



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

AUTOMATIZACIÓN DE PROCESO DE VERIFICACIÓN DE PILAS ELÉCTRICAS

Alumno: Manuel Correro Lucena

Tutor 1: Prof. D. Manuel Valverde Ibáñez
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Tutor 2: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2017



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

AUTOMATIZACIÓN DE PROCESO DE VERIFICACIÓN DE PILAS ELÉCTRICAS

Alumno: Manuel Correro Lucena
Fdo.:

Tutor 1: Prof. D. Manuel Valverde Ibáñez
Fdo.:

Tutor 2: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros
Fdo.:

Índice

1. RESUMEN	7
2. INTRODUCCIÓN	8
2.1. ¿Qué es la automatización industrial?	8
2.2. ¿Qué es un automatismo secuencial?	8
2.3. ¿Qué es un autómatas programable?	8
2.4. ¿Qué es una señal digital?	8
2.5. ¿Qué es una señal analógica?	9
2.6. ¿En qué consiste la programación de autómatas?	9
2.7. El GRAFCET	9
2.8. Diagrama de contactos	9
2.9. Tia Portal	10
3. OBJETIVOS	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. Equipo de presión	12
4.1.1 Compresor alternativo Model A de Ingersoll-Rand:	12
4.1.2 Motor Trifásico del tipo DN 80-B-4 de Aguirena con una potencia de 1 HP con la siguiente placa de características:	13
4.1.3 Mano-reductor B11-M3 de rango 0.4 a10 bar y un manómetro con escala de 0 a 7 bar13	
4.2. Fuente de alimentación S5-100U PS 931 de Simatic.....	14
4.3. Interruptor accionado por llave de laTelemecanique Electrique.....	14
4.4. Autómatas programable Siemens Simatic S7-1200 con CPU 1214C AC/DC/RLY	15
4.5. Relés auxiliares de Sprecher+Schuh de 24V DC.....	15
4.6. Modul EL	16
4.6.1 Seta de paro de emergencia neumática.....	16
4.6.2 Sensor capacitivo KG-3008-BPKG/KG5000	17
4.6.3 Sensor inductivo IFL 5-18-10P de K.A. SCHMERSAI GMBH & CO	18
4.6.4 Sensor de proximidad SMEO-4-K-LED-24 De FESTO	19
4.6.5 Válvula solenoide MZH-5/3G-M3-L-LED de FESTO	20
4.6.6 Electro-válvula MZH-5/2-M3-L-LED de FESTO	21
4.6.7 Pistón neumático DSNU-...-PPV-A de FESTO	22
4.6.8 Motor 4H5618S2408 de STEPPING MOTOR	22

4.6.9	Reflexor OU 5011/OUT-DPKG de IFM ELECTRONIC	23
4.6.10	Final de carrera con contacto conmutado	23
4.7.	Identificación de cada componente en la placa de conexiones del Modul EL24	
4.8.	Tabla de variables	24
4.9.	GRAFCET	24
4.10.	Programación en Tia Portal	26
4.11.	Transferencia del programa al autómat	38
5.	DISCUSIÓN	39
6.	CONCLUSIONES	40
7.	PLANOS	41
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

Índice Imágenes

Imagen 1. Equipo de presión	12
Imagen 2. Compresor Model A de Ingersoll-Rand	12
Imagen 3. Placa características motor DN 80-B-4 de Aguirena.....	13
Imagen 4. Mano-reductor B11-M3.....	13
Imagen 5. Fuente de alimentación S5-100U PS931 de Simatic	14
Imagen 6. Interruptor de llave Telemecanique Electrique	14
Imagen 7. Autómata S7-1200 con CPU 1214C AC/DC/RLY	15
Imagen 8. Relés auxiliares Sprecher+Schuh	15
Imagen 9. Esquema del Modul EL	16
Imagen 10. Seta paro emergencia neumática	16
Imagen 11. Sensor capacitivo KG-3008-BPKG/KG5000	17
Imagen 12. Características del sensor capacitivo	17
Imagen 13. Sensor Inductivo IFL 5-18-10P de K.A. SCHMERSAI GMBH & CO	18
Imagen 14. Características del sensor inductivo	18
Imagen 15. Sensor de proximidad SMEO-4-K-LED-24 De FESTO	19
Imagen 16. Características del sensor de proximidad	19
Imagen 17. Válvula solenoide MZH-5/3G-M3-L-LED de FESTO	20
Imagen 18. Características de la válvula solenoide	20
Imagen 19. Electro-válvula MZH-5/2-M3-L-LED de FESTO	21
Imagen 20. Características de la Electro-válvula	21
Imagen 21. Características del pistón neumático DSNU-...-PPV-A de FESTO	22
Imagen 22. Motor 4H5618S2408 de STEPPING MOTOR	22
Imagen 23. Características del Motor 4H5618S2408.....	23
Imagen 24. Reflexor OU 5011/OUT-DPKG de IFM ELECTRONIC	23
Imagen 25. Características del reflexor	23
Imagen 26. Final de carrera con contacto conmutado	23
Imagen 27. Segmento 1 programa.....	26
Imagen 28. Segmento 2 programa.....	26
Imagen 29. Segmento 3 programa.....	27
Imagen 30. Segmento 4 programa.....	27
Imagen 31. Segmento 5 programa.....	28
Imagen 32. Segmento 6 programa.....	28
Imagen 33. Segmento 7 programa.....	28
Imagen 34. Segmento 8 programa.....	29
Imagen 35. Segmento 9 programa.....	29
Imagen 36. Segmento 10 programa.....	29
Imagen 37. Segmento 11 programa.....	30
Imagen 38. Segmento 12 programa.....	30
Imagen 39. Segmento 13 programa.....	30
Imagen 40. Segmento 14 programa.....	31
Imagen 41. Segmento 15 programa.....	31
Imagen 42. Segmento 16 programa.....	31
Imagen 43. Segmento 17 programa.....	32

Imagen 44 .Segmento 18 programa.....	32
Imagen 45. Segmento 19 programa.....	32
Imagen 46. Segmento 20 programa.....	33
Imagen 47. Segmento 21 programa.....	33
Imagen 48. Segmento 22 programa.....	34
Imagen 49. Segmento 23 programa.....	34
Imagen 50. Segmento 24 programa.....	35
Imagen 51. Segmento 25 programa.....	35
Imagen 52. Segmento 26 programa.....	35
Imagen 53. Segmento 27 programa.....	36
Imagen 54. Segmento 28 programa.....	36
Imagen 55. Segmento 29 programa.....	36
Imagen 56. Segmento 30 programa.....	37
Imagen 57. Segmento 31 programa.....	37
Imagen 58. Segmento 32 programa.....	37
Imagen 59. Segmento 33 programa.....	38
Imagen 60. Segmento 34 programa.....	38
Imagen 61. Segmento 35 programa.....	38

Índice Tablas

Tabla 1. Entradas.....	24
Tabla 2. Salidas	24

1. RESUMEN

Actualmente, con un mercado de producción tan agresivo se requieren de métodos que reduzcan los tiempos de producción al mínimo posible, así como, una gran cadencia de producción y con el menor número de personas posibles para así, poder reducir al mínimo los gastos.

Por dichos motivos, está muy extendido en la industria la automatización industrial, puesto que, gracias a ella se consiguen dichos objetivos.

Antiguamente, se usaban los automatismos cableados (armarios de relés), los cuales, necesitaban un gran espacio, bastante cable para su conexionado, gran número de relés y no eran muy versátiles frente a cambios que se quisieran hacer *a posteriori*.

Después, se desarrollaron los automatismos programables, los cuales, solventaron todos los problemas de los automatismos cableados. Estos automatismos utilizan ordenadores o autómatas programables para poder controlar las máquinas o procesos de fabricación.

Como se observó que la mayoría de procesos eran secuenciales, se desarrolló un método fácil e intuitivo para facilitar la programación de dichos autómatas. Este método se denomina GRAFCET.

Una empresa dedicada al sector de los autómatas programables desarrolló un software destinado a su programación, el cual, ha ido evolucionando hasta llegar hasta uno de los software que más se utiliza hoy en día, el Tia Portal.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. ¿Qué es la automatización industrial?

La automatización industrial consiste en el uso de una serie de elementos y dispositivos en un proceso industrial (máquina, conjunto de máquinas o fábrica) para así, favorecer su buen funcionamiento y control. Estos elementos y dispositivos tienen que ser capaces de solventar situaciones previstas e imprevistas.

A lo largo de la historia, el objetivo de la automatización industrial ha sido el de liberar al ser humano de distintas tareas repetitivas o peligrosas y conseguir una reducción de costes al no tener que disponer de tanto personal.

En la actualidad, estos objetivos se han visto aumentados, puesto que, los mercados se han vuelto muy agresivos y la empresa necesita grandes volúmenes de producción en el menor tiempo posible y con una excelente calidad. Por este motivo, dichas empresas están optando por la automatización de distintos procesos productivos que, habitualmente desarrollaba un ser humano, para poder conseguir dichos objetivos y también una reducción en el número de personas encargadas de dicho proceso con el consiguiente ahorro que ello conlleva.

2.2. ¿Qué es un automatismo secuencial?

Un automatismo secuencial es un sistema cuyo funcionamiento emplea una secuencia de fases claramente diferenciadas según un conjunto de reglas preestablecidas. En el caso más sencillo, el final de cada fase es detectado por un captador apropiado dando paso al inicio de la fase siguiente. Las condiciones de transición entre fases adoptan la forma de condiciones lógicas más o menos complejas provocando cambios de estado del sistema controlado. Los automatismos secuenciales pueden funcionar ya sea sobre base de la lógica cableada, mediante los denominados armarios de relés, o mediante ordenadores, autómatas programables o sistemas basados en microprocesador. (Moreno, 2011)

2.3. ¿Qué es un autómatas programable?

Un autómatas programable (AP) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas (digitales y/o analógicas – sistema híbrido) diversos tipos de máquinas y/o procesos. (Torres *et al.*, 2011)

2.4. ¿Qué es una señal digital?

Este tipo de señal viene dado por los estados lógicos 0 ó 1, o lo que es lo mismo, todo o nada. Un ejemplo simple de este tipo de señal es un interruptor, el cual, manda un 0 si está abierto o un 1 si se encuentra cerrado.

2.5. ¿Qué es una señal analógica?

Este tipo de señal viene dado mediante una tensión o corriente. Un ejemplo bastante claro de este tipo de señal es un termostato que da una tensión mayor a mayor temperatura o una tensión menor, a menor temperatura.

2.6. ¿En qué consiste la programación de autómatas?

La programación de un autómata consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones escritas en un lenguaje de programación concreto. Estas instrucciones están disponibles en el sistema de programación y resuelven el control de un proceso determinado. (Higuera, 2005)

2.7. El GRAFCET

El GRAFCET surge en Francia, a mediados de los años 70, como resultado de la colaboración de algunos fabricantes de autómatas, como Telemecanique y Aper, con dos organismos oficiales, AFCET (Asociación Francesa para la Cibernética, Economía y Técnica) y ADEPA (Agencia nacional para el Desarrollo de la Producción Automatizada). Este método de programación fue homologado inicialmente en Francia, Alemania y, posteriormente, por la comisión Electrónica Internacional (IEC 848, año 1988). Actualmente, se ha convertido en una herramienta habitual cuando se trata de automatizar procesos secuenciales de cierta complejidad con autómatas programables.

El GRAFCET es un diagrama funcional que describe la evolución del proceso que se quiere automatizar. Está definido por unos elementos gráficos y unas reglas de evolución que reflejan la dinámica del comportamiento del sistema.

Todo automatismo secuencial o concurrente se puede estructurar en una serie de etapas; que representan estados o subestados del sistema, en los cuales, se realiza una o más acciones, así como transiciones (condiciones que deben darse para pasar de una etapa a otra). (Higuera, 2005)

2.8. Diagrama de contactos

El diagrama de contactos es un lenguaje gráfico, derivado del lenguaje de relés, que mediante símbolos representa contactos, solenoides, etcétera. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes.

Los elementos que configuran cada función elemental se representan entre dos líneas verticales que simbolizan las líneas de alimentación.

Para líneas de función más complejas como temporizadores, registros de desplazamiento, etcétera, se emplea el formato de bloques. Estos no están formalizados, aunque guardan gran similitud entre sí para los distintos fabricantes.

De esta forma, un programa en esquema de contactos lo constituyen una serie de ramas de contactos, donde cada rama está compuesta de una serie de contactos, conectados en serie

o paralelo, que dan origen a una salida; la cual puede ser una bobina o una función especial. El flujo de la señal va de izquierda a derecha y de arriba abajo. (Higuera, 2005)

2.9. Tia Portal

El Tia Portal es un software, fabricado por Siemens, que está destinado a la programación de los autómatas programables. Es el software más actual fabricado por Siemens y está muy extendido en la industria.

El primer software creado por Siemens fue el STEP 7 en 1995 y, posteriormente, y tras distintas actualizaciones se desarrolló el Tia Portal.

3. OBJETIVOS

1. Volver a dar uso a una máquina que se encontraba obsoleta en los laboratorios de la Escuela Politécnica Superior de Linares.
2. Actualizar dicha máquina a la tecnología actual instalando una autómata mucho más moderno y que utiliza para su programación uno de los últimos software del mercado.
3. Dar valor a dicha máquina para el futuro aprendizaje y enseñanza a los nuevos alumnos de la Escuela Politécnica Superior de Linares en la rama de la automatización industrial.
4. Poder ayudar a la Escuela Politécnica Superior de Linares a captar nuevo alumnado en la rama de la ingeniería eléctrica industrial al poder mostrar una máquina real en funcionamiento, la cual, puede llamar la atención y despertar curiosidad a los distintos visitantes de todos los institutos de Linares o de la provincia.
5. Desarrollar una máquina que verifique pilas eléctricas de manera rápida y eficiente para la industria y así, poder conseguir la reutilización de dichas pilas en el mercado contribuyendo con la sostenibilidad del medio ambiente.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales empleados para el desarrollo de la maquina fueron los siguientes:

4.1. Equipo de presión



Imagen 1. Equipo de presión

Este equipo de presión está constituido por los siguientes elementos:

4.1.1 *Compresor alternativo Model A de Ingersoll-Rand:*



Imagen 2. Compresor Model A de Ingersoll-Rand

4.1.2 Motor Trifásico del tipo DN 80-B-4 de Aguirena con una potencia de 1 HP con la siguiente placa de características:

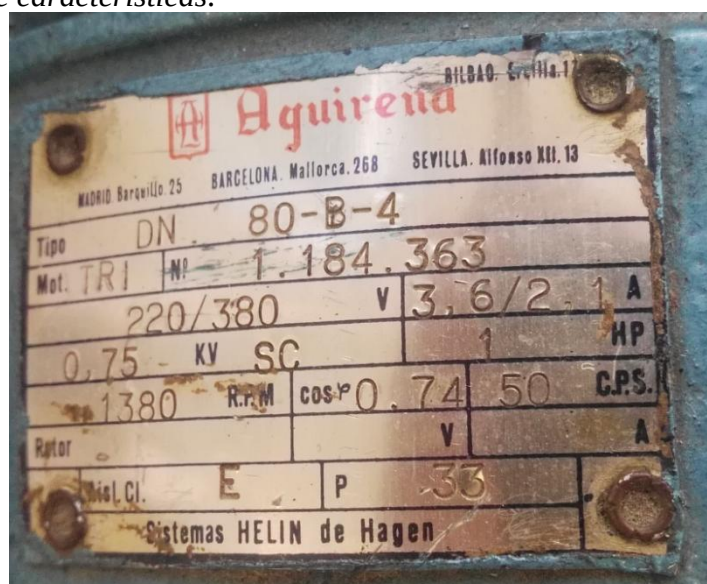


Imagen 3. Placa características motor DN 80-B-4 de Aguirena

4.1.3 Mano-reductor B11-M3 de rango 0.4 a10 bar y un manómetro con escala de 0 a 7 bar



Imagen 4. Mano-reductor B11-M3

4.2. Fuente de alimentación S5-100U PS 931 de Simatic

Esta fuente de alimentación presenta las siguientes características:

- Selección de tensión de entrada 230V/115V AC
- Tensión de salida 24V DC
- Corriente de salida máx. 2A



Imagen 5. Fuente de alimentación S5-100U PS931 de Simatic

4.3. Interruptor accionado por llave de la Telemecanique Electricque



Imagen 6. Interruptor de llave Telemecanique Electricque

4.4. Autómata programable Siemens Simatic S7-1200 con CPU 1214C AC/DC/RLY



Imagen 7. Autómata S7-1200 con CPU 1214C AC/DC/RLY

4.5. Relés auxiliares de Sprecher+Schuh de 24V DC

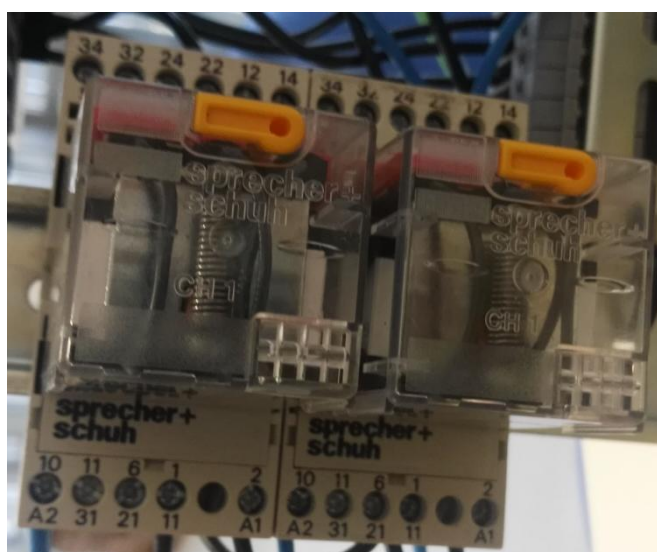


Imagen 8. Relés auxiliares Sprecher+Schuh

4.6. Modul EL

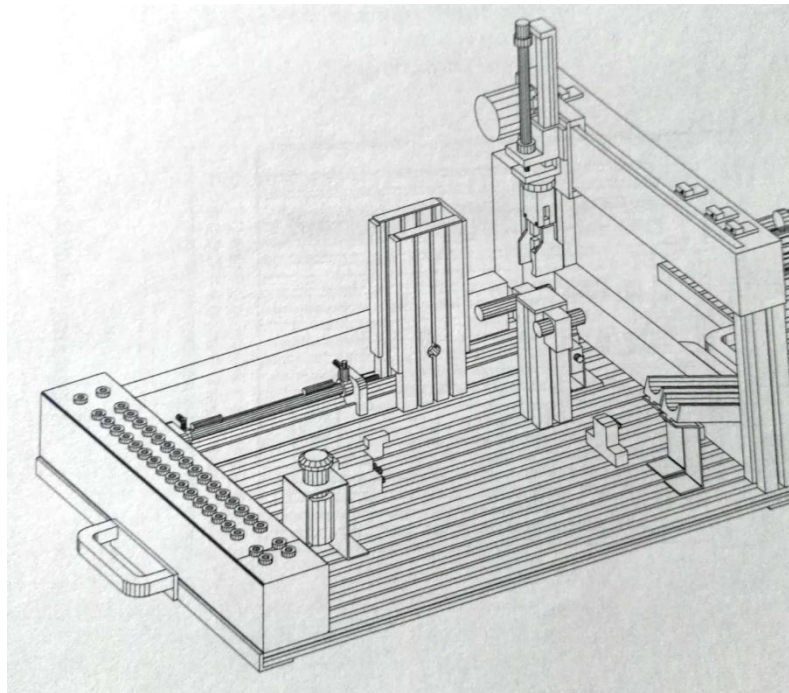


Imagen 9. Esquema del Modul EL

Este equipo está constituido por los siguientes elementos:

4.6.1 Seta de paro de emergencia neumática



Imagen 10. Seta paro emergencia neumática

4.6.2 Sensor capacitivo KG-3008-BPKG/KG5000



Imagen 11. Sensor capacitivo KG-3008-BPKG/KG5000

Este sensor consta de las siguientes características técnicas:

Daten bei +20 °C	KG-3008-BPKG KG-3008-APKG KG-3008-ANKG KG-3008-BNKG	KG-2008-ABOA KG-2008-BBOA	KG-2008-FRKG
Betriebsspannung	10 – 55 V DC	20 – 250 V AC bei 45 – 65 Hz 20 – 250 V DC	10 – 55 V DC
Strombelastbarkeit	400 mA	350 mA AC 100 mA DC	400 mA
Spannungsabfall	< 2,5 V	< 6 V AC/DC	≤ 4,6 V
Reststrom AC/DC Stromaufnahme DC	< 5 mA bei 24 V	< 2 mA bei 250 V AC < 1,5 (< 0,8) mA bei 250 (24) V DC	≤ 0,6 mA
Mindestlaststrom		4 mA	4 mA
Schaltfrequenz	50 Hz	25 Hz AC/ 50 Hz DC	50 Hz
Schutzart	IP 67 Schutzisoliert		
Umgebungstemp.	– 25 °C bis + 80 °C		
Schaltpunktdrift	< ± 15 % des Realschaltabstands		
Korrekturfaktoren	Wasser = 1; Glas ca. 0,5; Keramik ca. 0,25; PVC ca. 0,2		
Gehäuse	Polybutylenterephthalat		

Imagen 12. Características del sensor capacitivo

4.6.3 Sensor inductivo IFL 5-18-10P de K.A. SCHMERSAI GMBH & CO



Imagen 13. Sensor Inductivo IFL 5-18-10P de K.A. SCHMERSAI GMBH & CO

Este sensor presenta las características técnicas que se presentan a continuación:

Montage- und Anschlußhinweise für Näherungsschalter ϕ 8, ϕ 12, ϕ 18 und ϕ 30
Mounting and wiring instructions for proximity switches dia. 8, dia. 12, dia. 18 and dia. 30
Instructions de montage et de branchement ϕ 8, ϕ 12, ϕ 18 et ϕ 30
Istruzioni di montaggio e di collegamento ϕ 8, ϕ 12, ϕ 18 e ϕ 30

Betriebsspannung U_b : 10 – 30 VDC
Dauerstrom I_a : max. 200 mA*
Schutzart: IP 67
Kurzschluß- und Überlastfest*
* nicht bei ϕ 8 (max. 200 mA bei 24 VDC)

Supply voltage U_b : 10 – 30 VDC
Output current I_a : max. 200 mA*
Degree of protection: IP 67
Overload and short-circuit protected*
* except: dia. 8 (max. 200 mA/24 VDC)

Tension de service U_b : 10 – 30 VDC
Courant permanent I_a : max. 200 mA*
Étanchéité: IP 67
Avec protection contre court-circuit et surcharges*
* excepté: ϕ 8 (max. 200 mA/24 VDC)

Tensione d'esercizio U_b : 10 – 30 VDC
Corrente permanente I_a : max. 200 mA*
Grado di protezione: IP 67
Protezione cortocircuito e sovraccarico*
* escluso: ϕ 8 (max. 200 mA/24 VDC)

PNP

NPN

Anzugsdrehmomente für Montagemuttern
Maximum torque limits for mounting nuts
Moment max. de serrage pour les écrous de montage
Momenti serraggio

Bauform Type	Schraube Width A / F Dim. S / P Dado	Max. Drehmoment Max. torque Moment max. Max. momento	Einschränkung Limitation Limitation Limitazione
ϕ 8	SW 13	600 Ncm (4.4 Ft lbs) Messing/brass / lallón/ottone	 3 0 Ncm (0 Ft lbs)
		1000 Ncm (7.2 Ft lbs) nichtrost. Stahl/ Stainless Steel/inox	
ϕ 12	SW 17	1500 Ncm (11 Ft lbs) Metall/metall	 6 500 Ncm (3.6 Ft lbs)
		90 Ncm (0.7 Ft lbs) Kunststoff/plastic	
ϕ 18	SW 24	1300 Ncm (10 Ft lbs) Metall/metall	
		500 Ncm (3.6 Ft lbs) Kunststoff/plastic	
ϕ 30	SW 36	3000 Ncm (22 Ft lbs) Metall/metall	
		200 Ncm (1.5 Ft lbs) Kunststoff/plastic	

Imagen 14. Características del sensor inductivo

4.6.4 Sensor de proximidad SMEO-4-K-LED-24 De FESTO



Imagen 15. Sensor de proximidad SMEO-4-K-LED-24 De FESTO

Este sensor presenta las siguientes características técnicas:

Montage- und Anschlußhinweise für Näherungsschalter $\varnothing$ 8, $\varnothing$ 12, $\varnothing$ 18 und $\varnothing$ 30
Mounting and wiring instructions for proximity switches dia. 8, dia. 12, dia. 18 and dia. 30
Instructions de montage et de branchement $\varnothing$ 8, $\varnothing$ 12, $\varnothing$ 18 et $\varnothing$ 30
Istruzioni di montaggio e di collegamento $\varnothing$ 8, $\varnothing$ 12, $\varnothing$ 18 e $\varnothing$ 30

Betriebsspannung U_b : 10 – 30 VDC
Dauerstrom I_a : max. 200 mA*
Schutzart: IP 67
Kurzschluß- und Überlastfest*
*nicht bei $\varnothing$ 8 (max. 200 mA bei 24 VDC)

Supply voltage U_b : 10 – 30 VDC
Output current I_a : max. 200 mA*
Degree of protection: IP 67
Overload and short-circuit protected*
*except: dia. 8 (max. 200 mA/24 VDC)

Tension de service U_b : 10 – 30 VDC
Courant permanent I_a : max. 200 mA*
Etanchéité: IP 67
Avec protection contre court-circuit et surcharges*
*excepté: $\varnothing$ 8 (max. 200 mA/24 VDC)

Tensione d'esercizio U_b : 10 – 30 VDC
Corrente permanente I_a : max. 200 mA*
Grado di protezione: IP 67
Protezione cortocircuito e sovraccarico*
*escluso: $\varnothing$ 8 (max. 200 mA/24 VDC)

PNP

① br/BN — L+
② sw/BK — L-
③ bl/BU — L-

NPN

① br/BN — L+
② sw/BK — L-
③ bl/BU — L-

Anzugsdrehmomente für Montagemuttern
Maximum torque limits for mounting nuts
Moment max. de serrage pour les écrous de montage
Momenti serraggio

Bauform Type	Schließescheite Width A / F Dim. S / P Dado	Max. Drehmoment Max. torque Moment max. Max. momento	Einchränkung Limitation Limitation Limitazione
$\varnothing$ 8	SW 13	600 Ncm (4.4 Ft lbs) Messing/brass / laton/vottone	 0 Ncm (0 Ft lbs)
		1000 Ncm (7.2 Ft lbs) nichtrost. Stahl/ Stainless Steel/inox	
$\varnothing$ 12	SW 17	1500 Ncm (11 Ft lbs) Metall/metall	 500 Ncm (3.6 Ft lbs)
		90 Ncm (0.7 Ft lbs) Kunststoff/plastic	
$\varnothing$ 18	SW 24	1300 Ncm (10 Ft lbs) Metall/metall	
		500 Ncm (3.6 Ft lbs) Kunststoff/plastic	
$\varnothing$ 30	SW 36	3000 Ncm (22 Ft lbs) Metall/metall	
		200 Ncm (1.5 Ft lbs) Kunststoff/plastic	

Imagen 16. Características del sensor de proximidad

4.6.5 Válvula solenoide MZH-5/3G-M3-L-LED de FESTO



Imagen 17. Válvula solenoide MZH-5/3G-M3-L-LED de FESTO

Esta válvula consta de las siguientes características técnicas:

Teile-Nr./Typ	30 196 MZH-5/3G-M3-L-LED	30 222 MZH-5/3G-1,5-L-LED
	30 197 MZH-5/3E-M3-L-LED	30 223 MZH-5/3E-1,5-L-LED
Medium	5 µm gefilterte, nicht geölte Druckluft*	
Bauart	Kolbenschieberventil, indirekt betätigt	
Befestigungsart	Durchgangsbohrungen im Gehäuse	
Anschluß	Gewinde M3	auf Anschlußplatte
Nennweite	1,5 mm	
Normalnenndurchfluß (1 → 2)	45 l/min	
Druckbereich	2 bis 7 bar	
Schaltzeit bei 6 bar	Ein: 12 ms; Aus: 30 ms	
Umgebungstemperatur	+5 bis 50 °C	
Mediumtemperatur	+5 bis 50 °C	
Werkstoffe	Gehäuse: Al; Dichtungen: Perbunan	
Gewicht	0,050 kg	0,050 kg
Betriebsspannung	24 V ~ ±10%	
Leistungsaufnahme	ohne LED: 0,5 W; mit LED: 0,55 W	
Einschaltdauer	100 %	
Schutzart	Δ IP 40 (DIN 40 050)	

Imagen 18. Características de la válvula solenoide

4.6.6 Electro-válvula MZH-5/2-M3-L-LED de FESTO

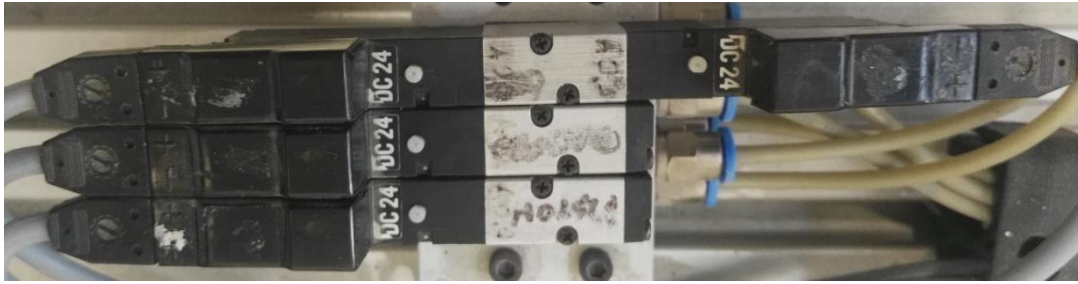


Imagen 19. Electro-válvula MZH-5/2-M3-L-LED de FESTO

Esta electro-válvula tiene las siguientes características técnicas:

	Teile-Nr./Typ	30 195 JMZH-5/2-M3-L-LED	30 221 JMZH-5/2-1,5-L-LED
Medium		5 µm gefilterte, nicht geölte Druckluft*	
Bauart		Kolbenschieberventil, indirekt betätigt	
Befestigungsart		Durchgangsbohrungen im Gehäuse	
Anschluß		Gewinde M3	auf Anschlußplatte
Nennweite		1,5 mm	
Normalnenndurchfluß (1 → 2)		80 l/min	
Druckbereich		2 bis 7 bar	
Schaltzeit bei 6 bar		9 ms	
Umgebungstemperatur		+5 bis 50 °C	
Mediumstemperatur		+5 bis 50 °C	
Werkstoffe		Gehäuse: Al; Dichtungen: Perbunan	
Gewicht		0,055 kg	0,055 kg
Betriebsspannung		24 V= ±10%	
Leistungsaufnahme		ohne LED: 0,5 W; mit LED: 0,55 W	
Einschaltdauer		100 %	
Schutzart		≥ IP 40 (DIN 40 050)	

Imagen 20. Características de la Electro-válvula

4.6.7 Pistón neumático DSNU-...-PPV-A de FESTO

Las características técnicas de este pistón se detallan a continuación:

(siehe Blatt 1.236.1)		Teile-Nr. + DSNU + Kolben-Ø + Hublänge + Endlagendämpfung + Abtastung + Sonderausführung Bestellbeispiel: Kolben-Ø 16 mm, Hublänge 50 mm + 19201 DSNU-16-50-P-A					
Medium		gefüllerte, geölte oder gefüllerte, nicht geölte Druckluft					
Bauart		Kolbenzylinder					
max. zulässiger Betriebsdruck		10 bar					
Temperaturbereich		-20 bis +80 °C (Einsatzbereich der Näherungsschalter beachten)					
Werkstoffe		Lager- und Abschlußdeckel: Al, eloxiert; Zylinderrohr, Kolbenstange: X 5 Cr Ni 18 9; Gewinde gerollt; Dichtungen: Polyurethan					
Gewichte		siehe Rückseite					
Kolben-Ø mm	Standard-Hublängen mm	Hublänge ** min. – max. mm	Schubkraft bei 6 bar***		Rückzugskraft bei 6 bar		Dämpfungs- länge mm
	Typ DSNU-...	Typ DSNU Typ DSNU-L	N	(≈ kp)	N	(≈ kp)	
8	10, 25, 40, 50, 80, 100	10 bis 100 –	24	(2,4)	16	(1,6)	–
10	10, 25, 40, 50, 80, 100	10 bis 100 –	40	(4)	32	(3,2)	–
12	10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200	10 bis 200 10 bis 160	55	(5,5)	38	(3,8)	0,1 Nm
16	10*, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200	10 bis 200 10 bis 160	104	(10,4)	87	(8,7)	0,1 Nm
20	10*, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 300, 320	10 bis 320 10 bis 200	165	(16,5)	140	(14)	0,2 Nm
25	10*, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 300, 320, 400, 500	10 bis 500 10 bis 250	267	(26,7)	220	(22)	0,45 Nm

Imagen 21. Características del pistón neumático DSNU-...-PPV-A de FESTO

4.6.8 Motor 4H5618S2408 de STEPPING MOTOR



Imagen 22. Motor 4H5618S2408 de STEPPING MOTOR

Este motor presenta las siguientes características técnicas:

Technische Daten der Schrittmotorendstufe	
Versorgungsspannung	24V +/- 15%
Stromaufnahme	max. 1,7A (je nach Motorstrom)
Leerlaufstromaufnahme	ca. 0,2A
Eingangsspannungsbereich	15V bis 30V (typ. 24V)
Eingangsstrom	1,5 mA bis 3mA (typ. 2,4mA)
Abmessungen	142mm x 61mm x 25mm

Imagen 23. Características del Motor 4H5618S2408

4.6.9 Reflexor OU 5011/OUT-DPKG de IFM ELECTRONIC

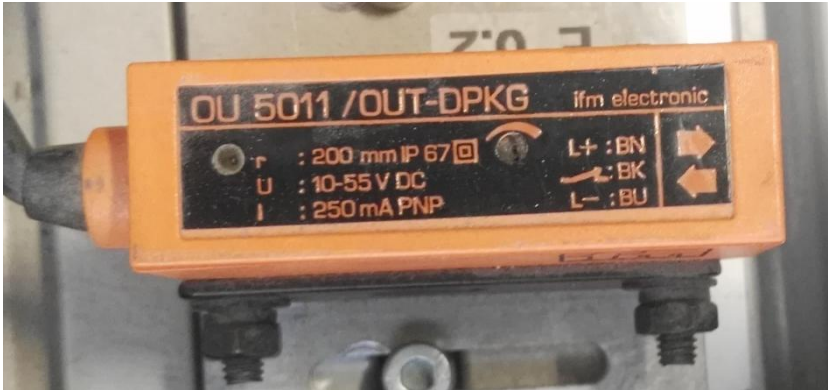


Imagen 24. Reflexor OU 5011/OUT-DPKG de IFM ELECTRONIC

Las características técnicas de este reflexor se detallan a continuación:

Elektrische Daten		
Betriebsspannung	[V]	10...55 DC
Stromaufnahme	[mA]	35; ((24 V))
Schutzklasse		II
Verpolungsschutz		ja
Lichtart		Infrarotlicht
Wellenlänge	[nm]	880

Imagen 25. Características del reflexor

4.6.10 Final de carrera con contacto conmutado

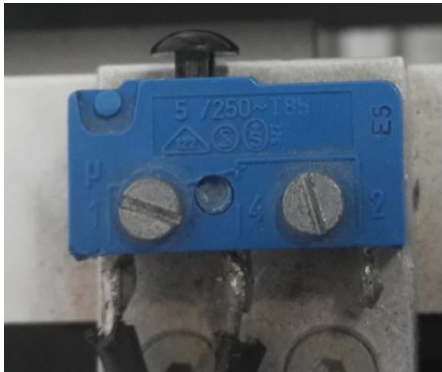


Imagen 26. Final de carrera con contacto conmutado

La metodología empleada para poner en funcionamiento la máquina fue la siguiente:

4.7. Identificación de cada componente en la placa de conexiones del Modul EL

En primer lugar, para poder realizar el conexionado del Modul EL con el autómata, es necesario conocer a qué número de la placa de conexiones de dicha máquina corresponde cada uno de los equipos que posee ésta.

Esta identificación se llevó a cabo de manera visual gracias al color del cableado de cada componente.

4.8. Tabla de variables

Antes de realizar la programación, es necesario la realización de la tabla de variables, con la cual, asignar cada entrada y salida a una entrada y salida del autómata.

ENTRADAS

Nombre	Tipo dato	Dirección	Comentario
FCP abajo	Digital	I 0.0	Final Carrera Pistón Abajo
FCP arriba	Digital	I 0.1	Final Carrera Pistón Arriba
Reflexor	Digital	I 0.2	Reflexor final de pistón
FCB Arriba	Digital	I 0.3	Final Carrera Brazo Arriba
FCB Abajo	Digital	I 0.4	Final Carrera Brazo Abajo
FCC Izq.	Digital	I 0.5	Final Carrera Carril Izquierda
FCC medida	Digital	I 0.6	Final Carrera Carril Medida Pilas
FCC buenas	Digital	I 0.7	Final Carrera Carril Pilas Buenas
FCC malas	Digital	I 1.0	Final Carrera Carril Pilas Malas
Sensor capacitivo	Digital	I 1.1	Sensor Capacitivo Kg-3008-bpkg/ni/kg5006
Sensor Inductivo	Digital	I 1.2	Sensor Inductivo IFL 5-18-10P
Medidor tensión	Analógico	AI 0	Medidor de tensión en la pila

Tabla 1. Entradas

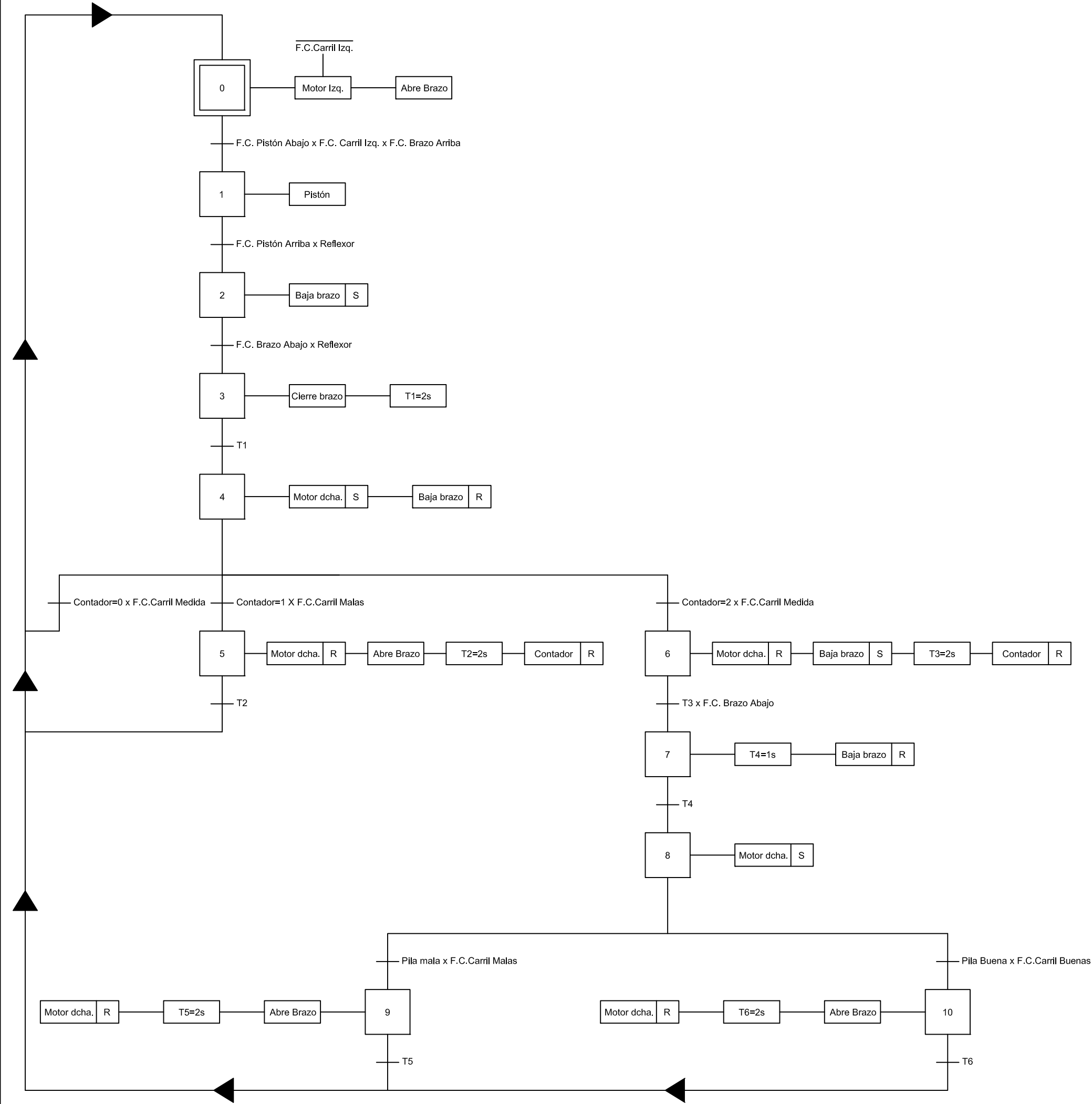
SALIDAS

Nombre	Tipo dato	Dirección	Comentario
Pistón	Digital	Q 0.0	Pistón subir
Baja B	Digital	Q 0.1	Bajada Brazo
Cierre B	Digital	Q 0.2	Cierre Brazo
Abre B	Digital	Q 0.3	Abre Brazo
M A/P	Digital	Q 0.4	Motor Start/Stop
M Direc.	Digital	Q 0.5	Motor Dirección

Tabla 2. Salidas

4.9. GRAFCET

Como se aprecia que la máquina, para su funcionamiento, sigue una secuencia secuencial, se decide realizar una programación mediante una GRAFCET, puesto que, es más fácil e intuitivo para realizar la programación del autómata, llegando al siguiente GRAFCET:



4.10. Programación en Tia Portal

Como el autómatas utilizado es S7-1200 con CPU 1214C AC/DC/RLY de Siemens, para realizar la programación utilizamos el Software Tia Portal obteniendo las siguientes líneas de programa:

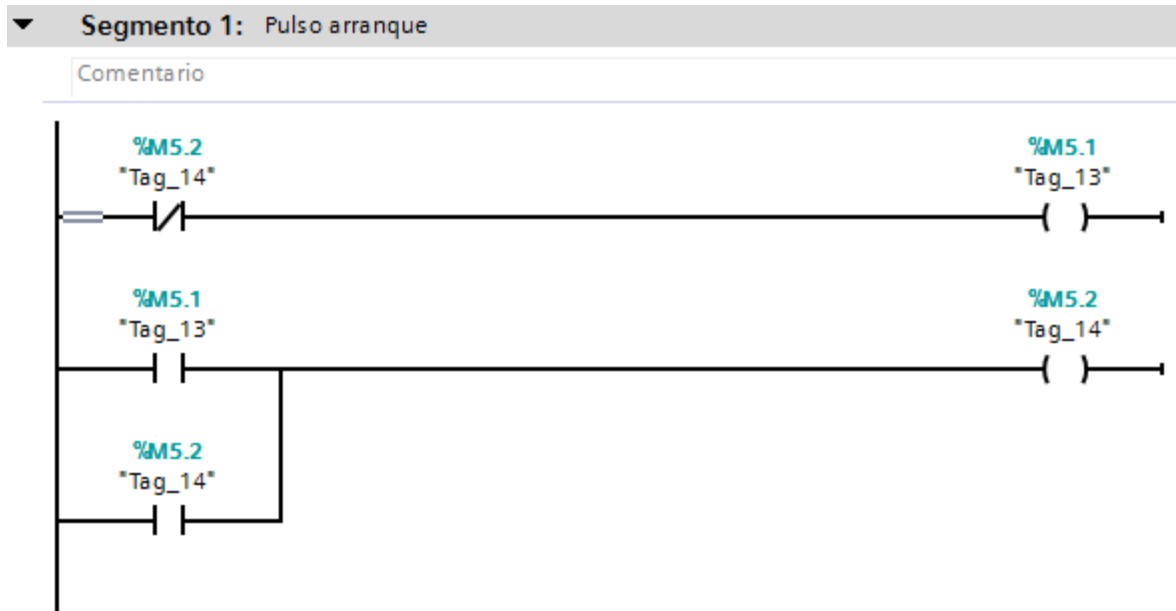


Imagen 27. Segmento 1 programa

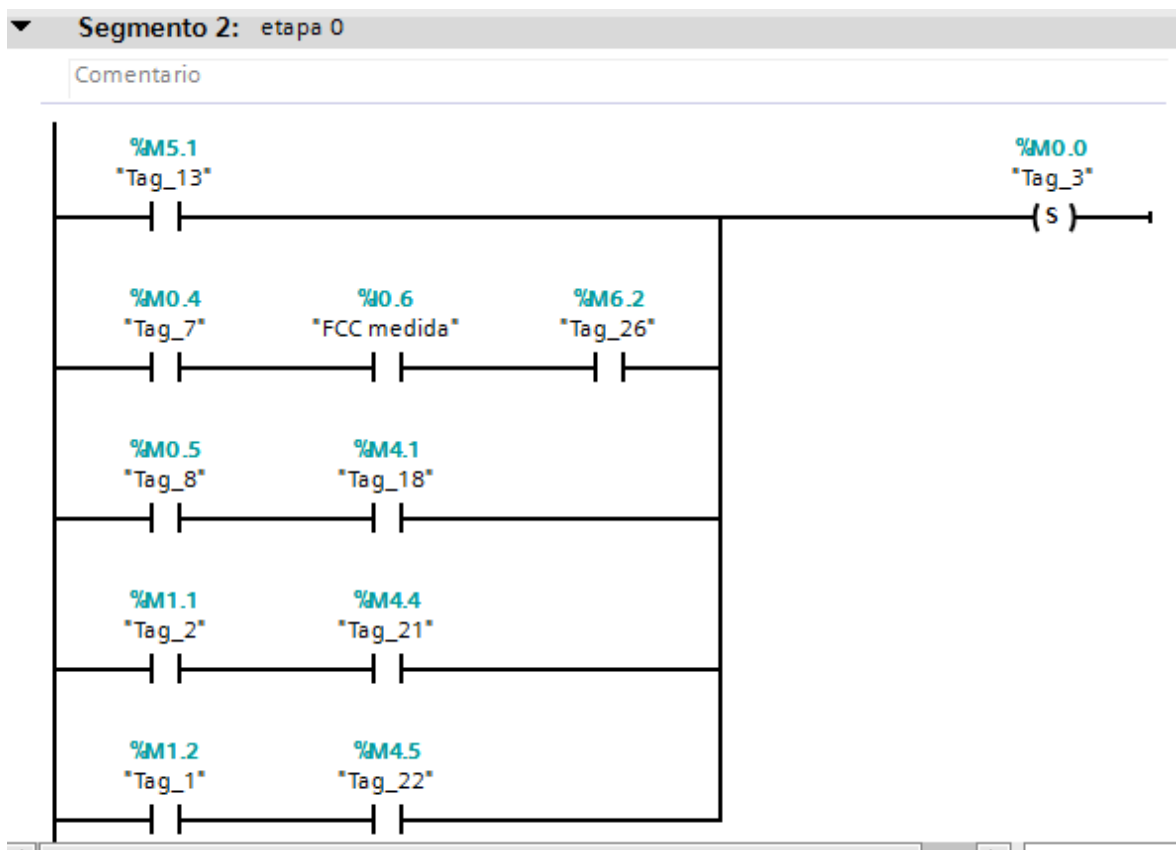


Imagen 28. Segmento 2 programa

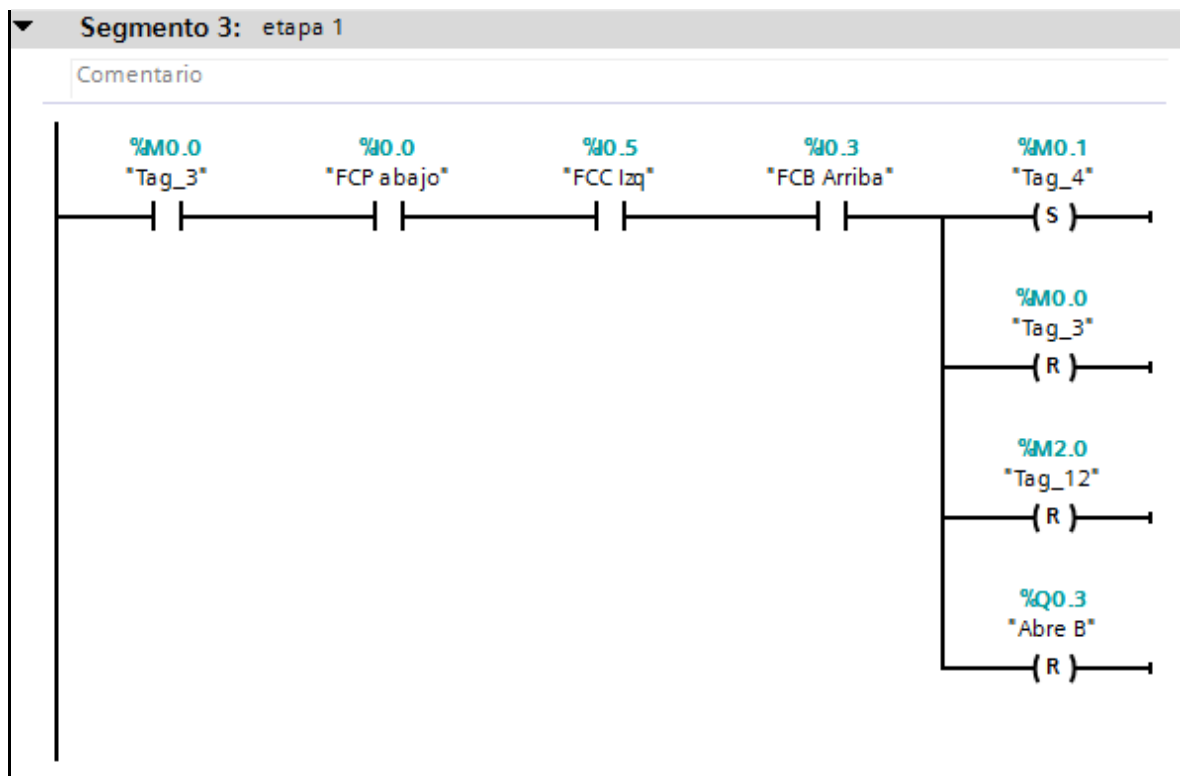


Imagen 29. Segmento 3 programa

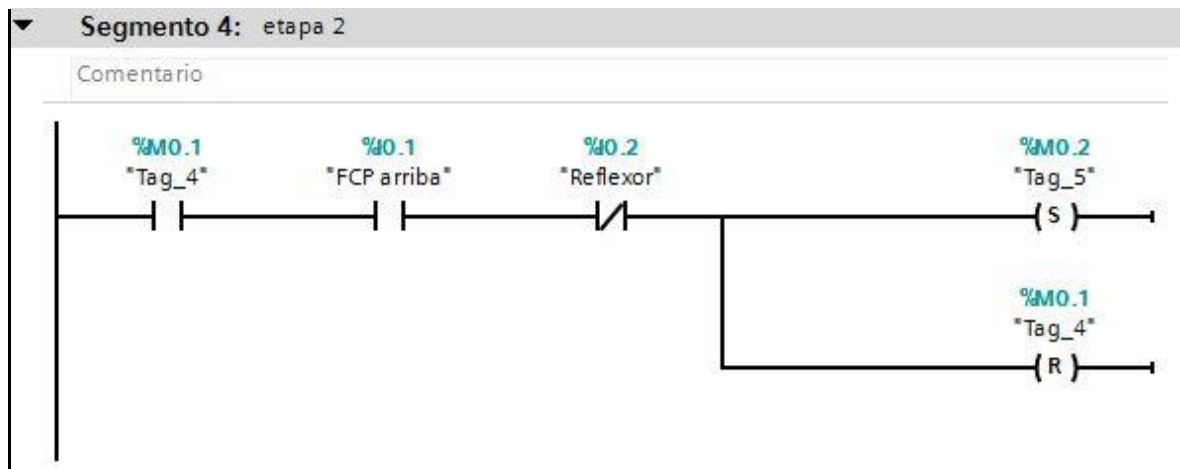


Imagen 30. Segmento 4 programa

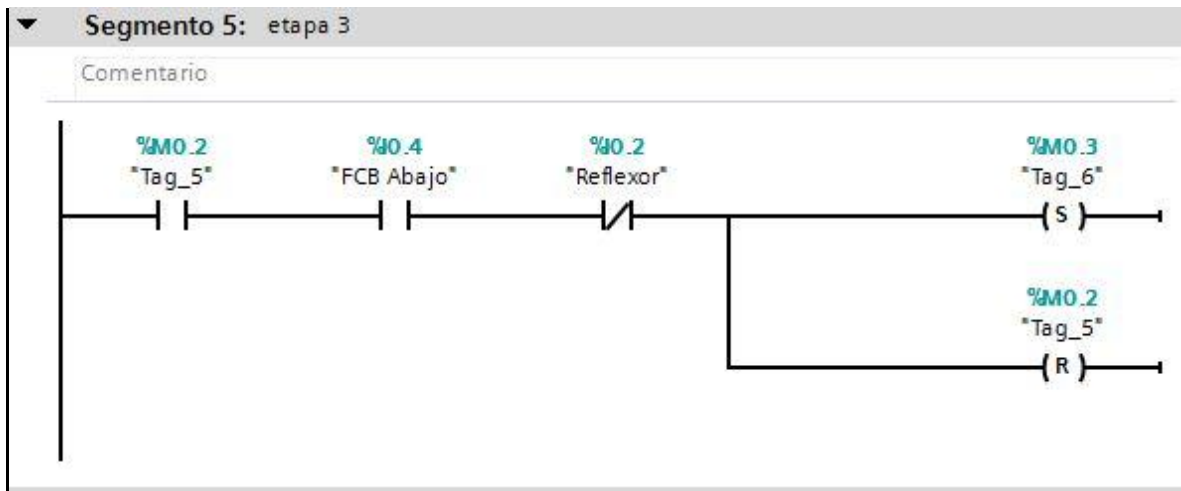


Imagen 31. Segmento 5 programa

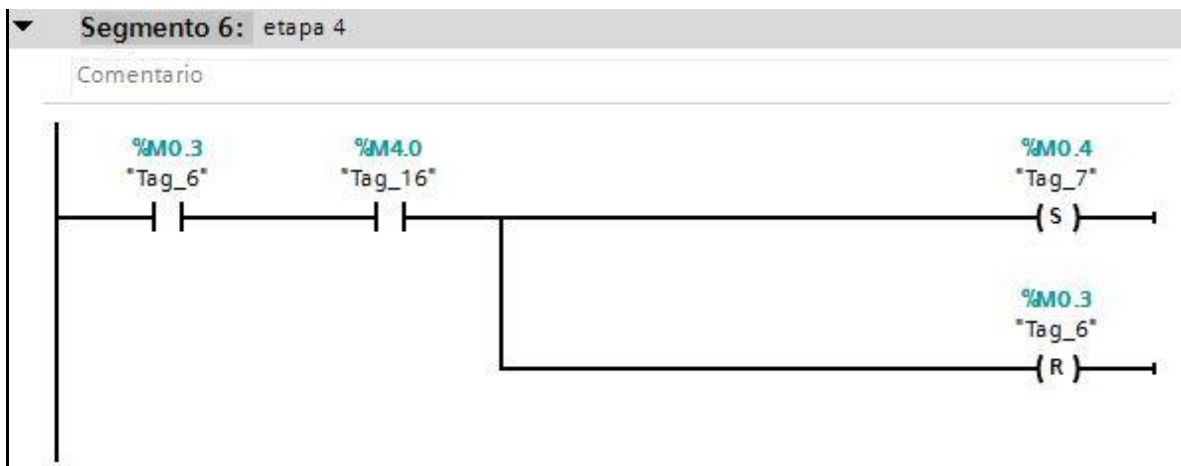


Imagen 32. Segmento 6 programa



Imagen 33. Segmento 7 programa

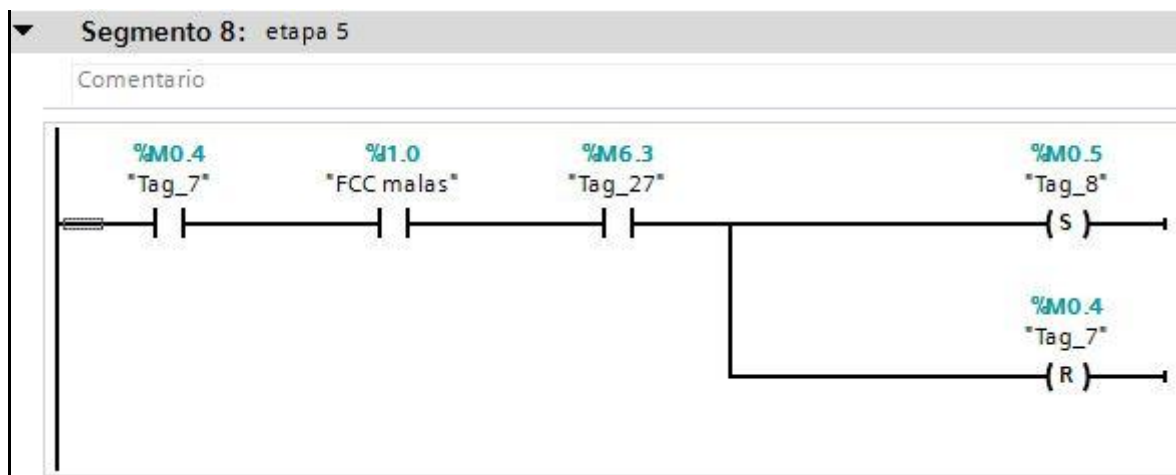


Imagen 34. Segmento 8 programa

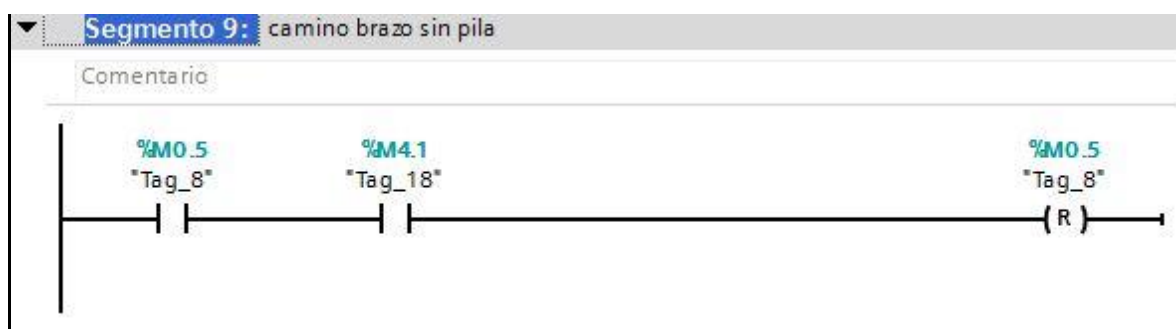


Imagen 35. Segmento 9 programa

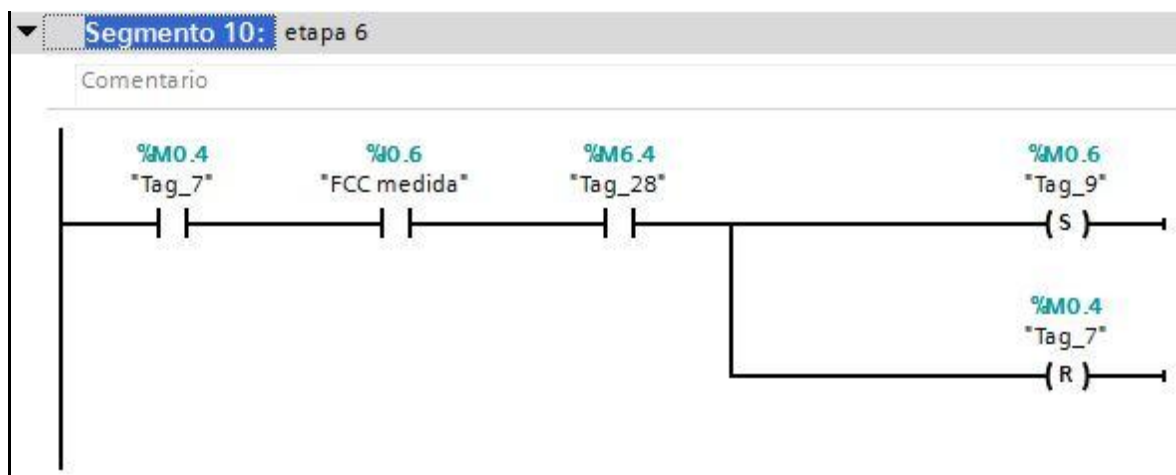


Imagen 36. Segmento 10 programa

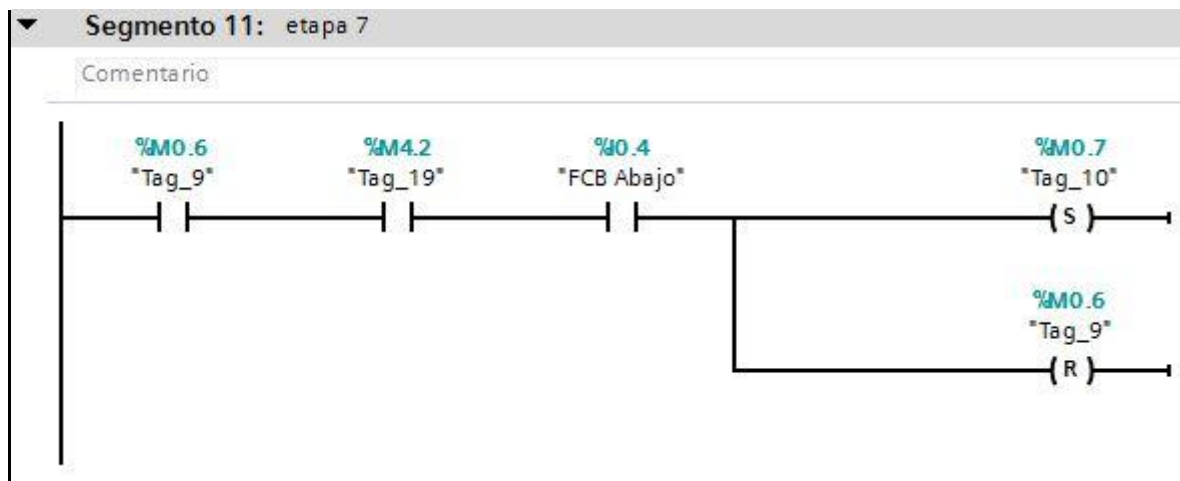


Imagen 37. Segmento 11 programa

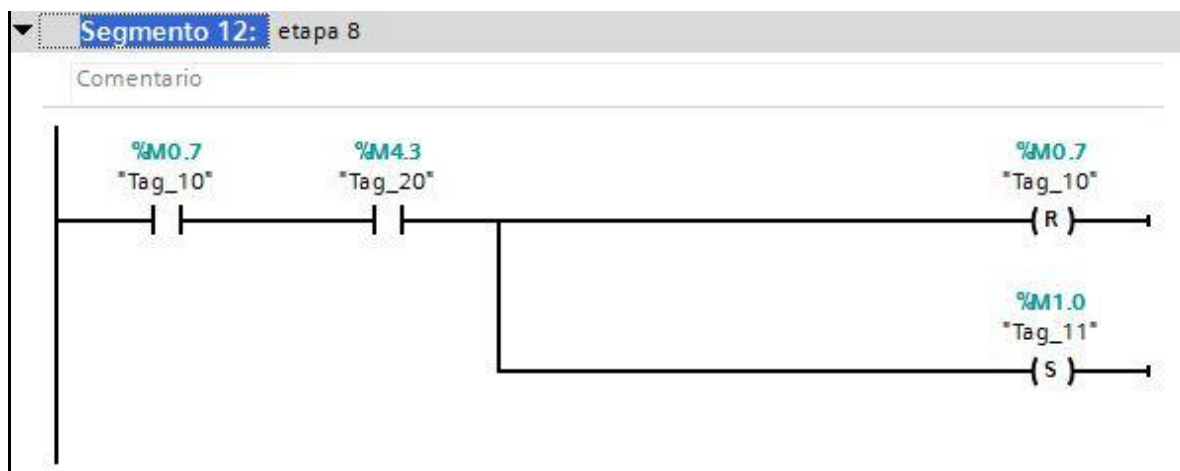


Imagen 38. Segmento 12 programa

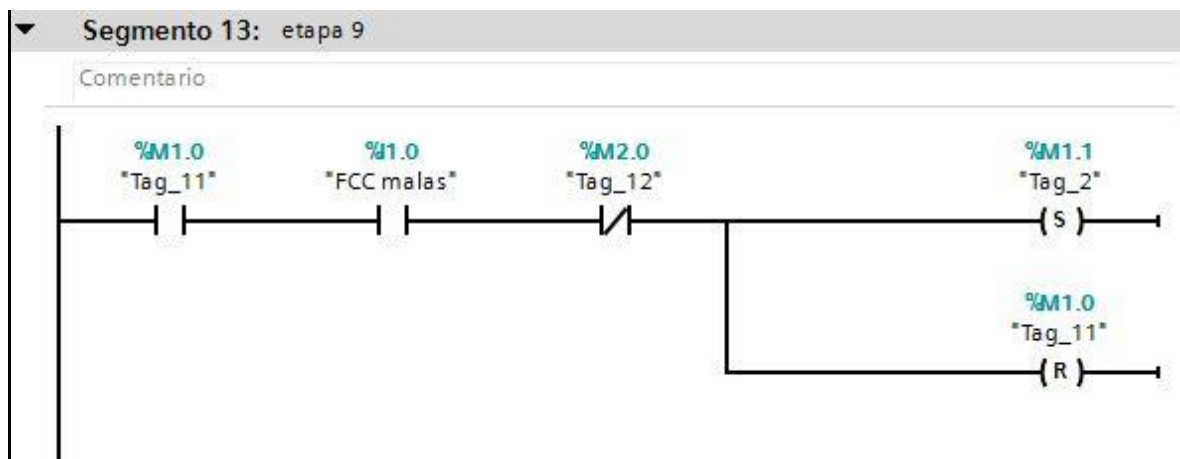


Imagen 39. Segmento 13 programa



Imagen 40. Segmento 14 programa

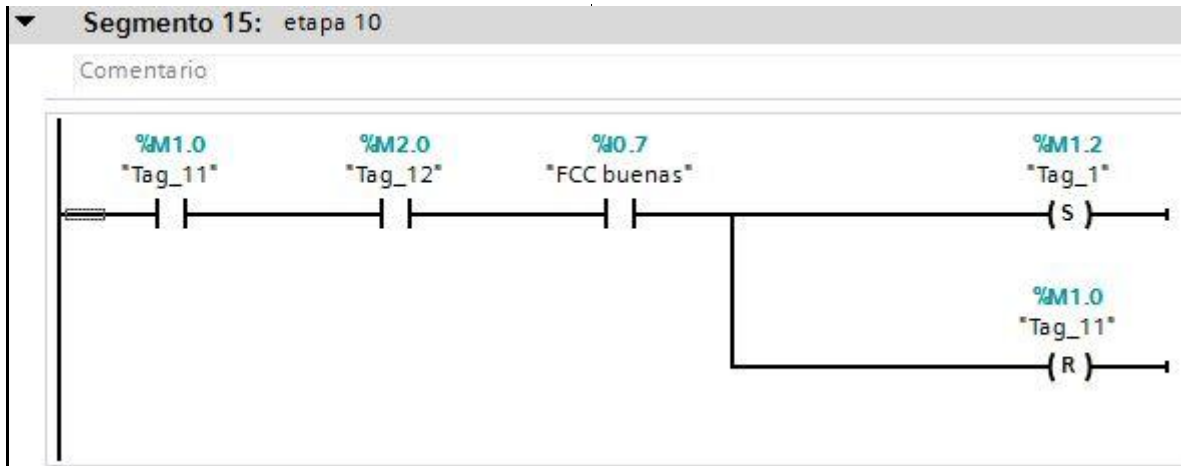


Imagen 41. Segmento 15 programa

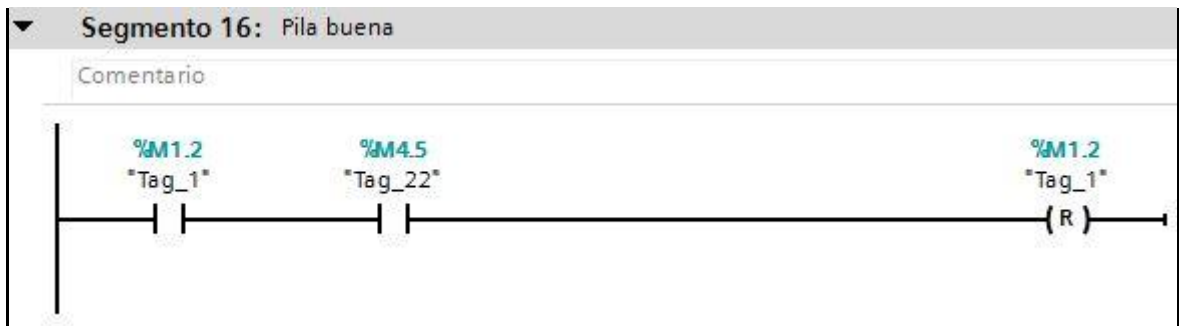


Imagen 42. Segmento 16 programa

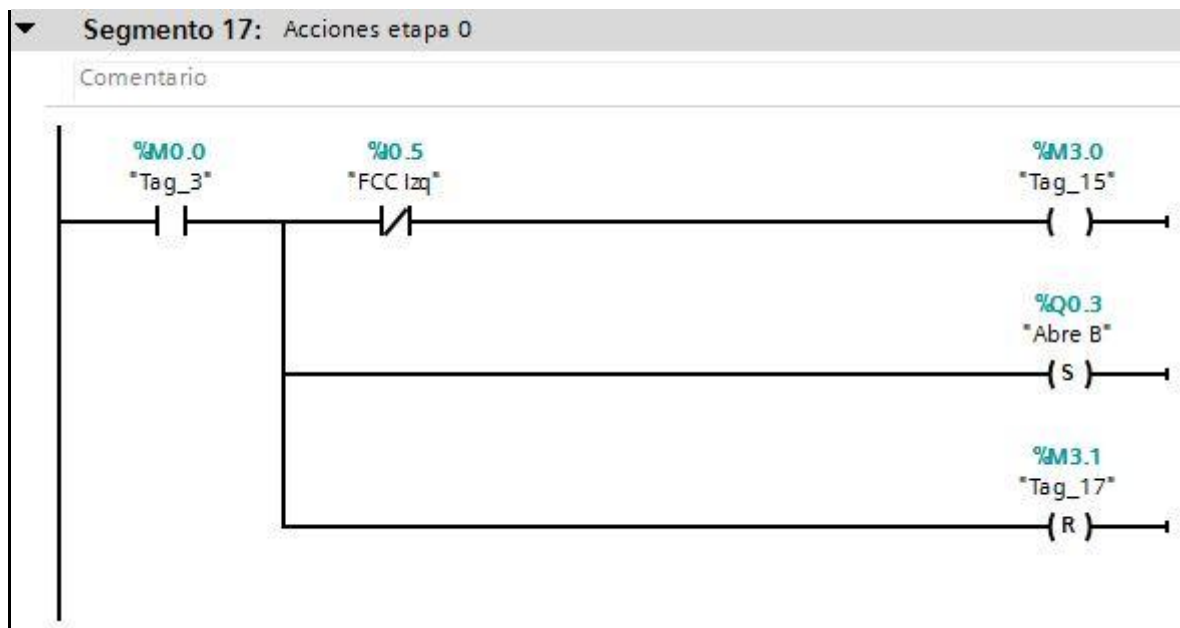


Imagen 43. Segmento 17 programa



Imagen 44 .Segmento 18 programa

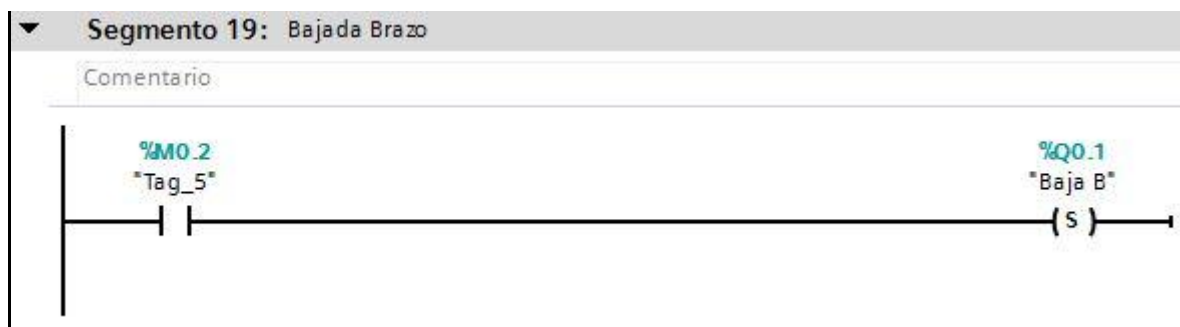


Imagen 45. Segmento 19 programa

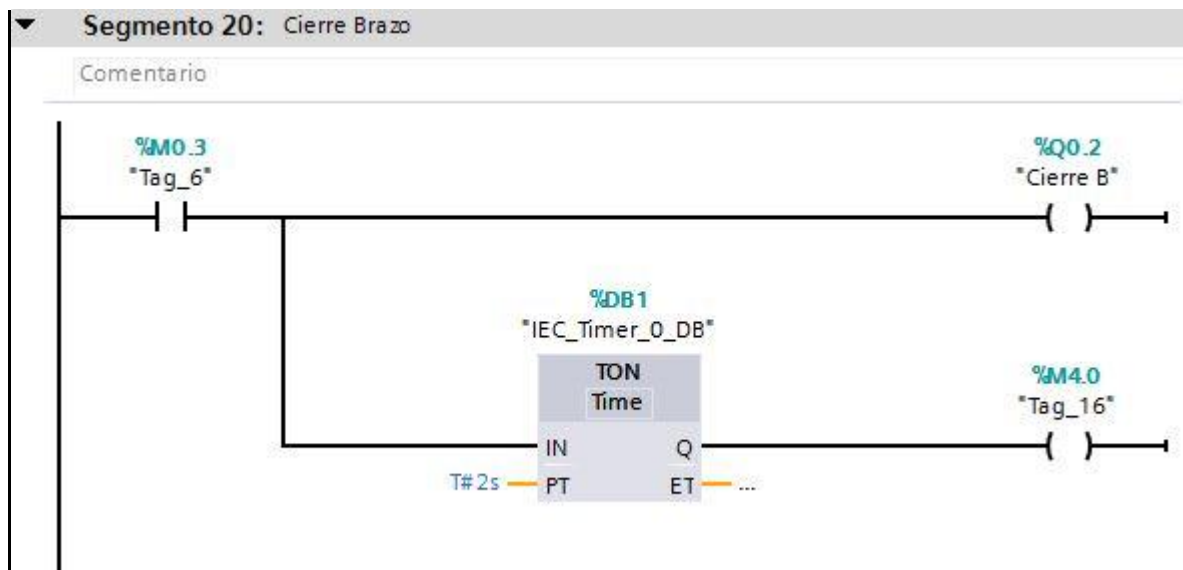


Imagen 46. Segmento 20 programa

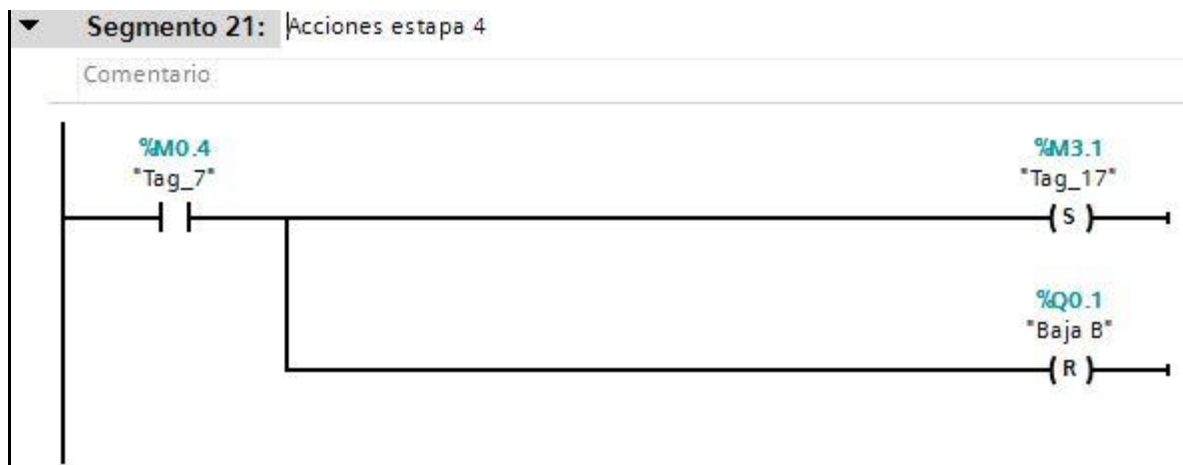


Imagen 47. Segmento 21 programa

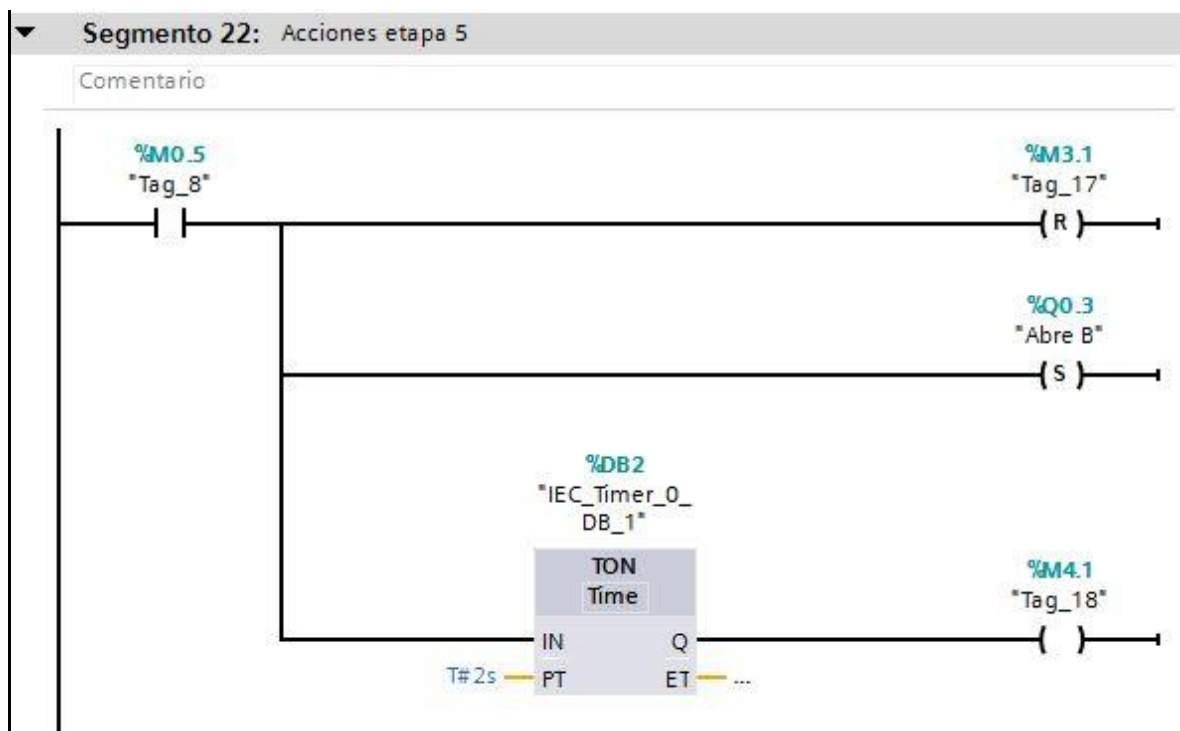


Imagen 48. Segmento 22 programa

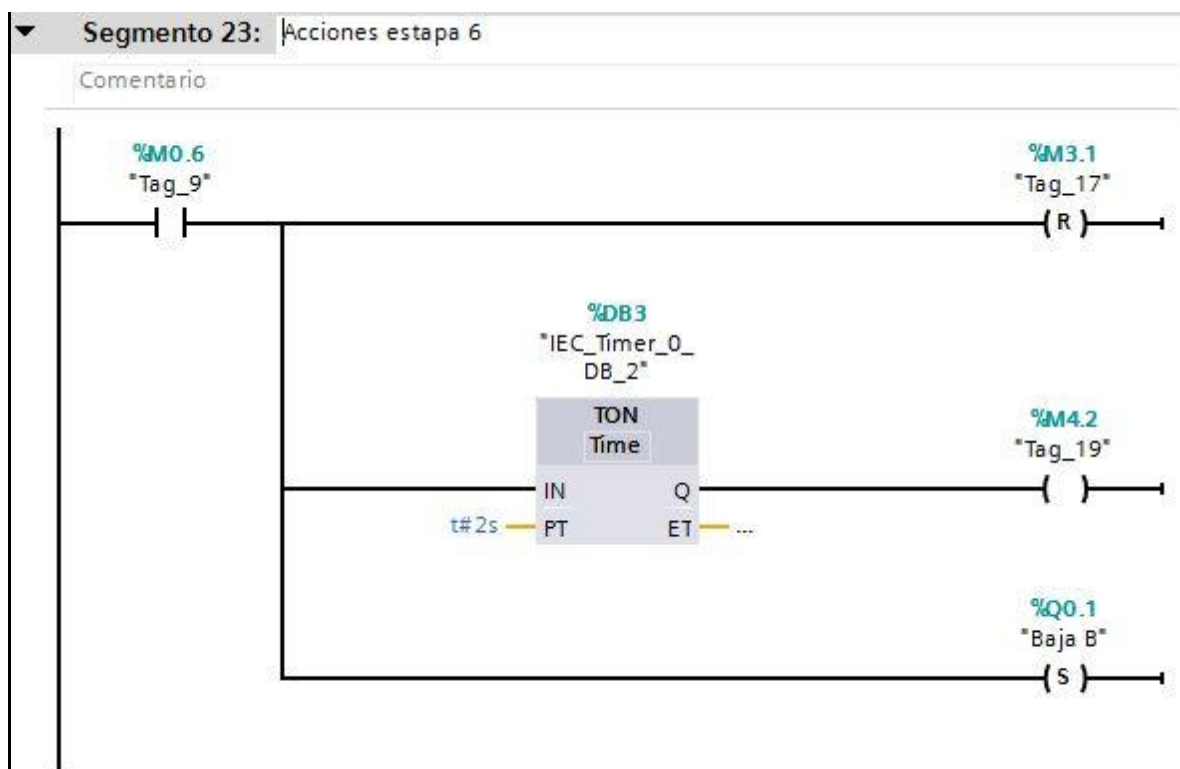


Imagen 49. Segmento 23 programa

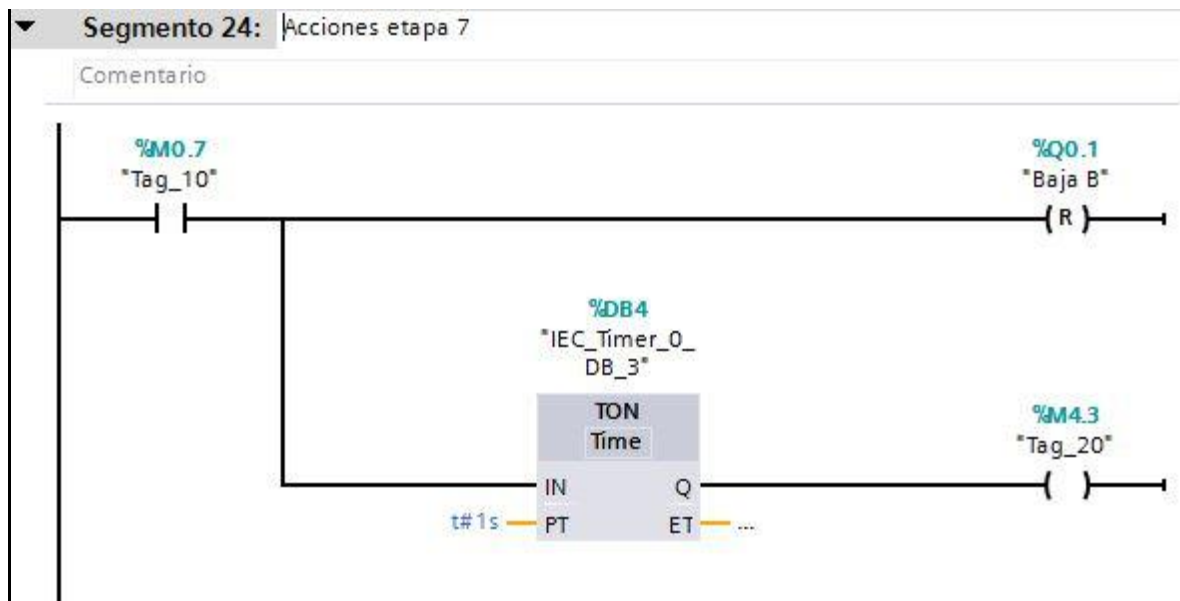


Imagen 50. Segmento 24 programa



Imagen 51. Segmento 25 programa

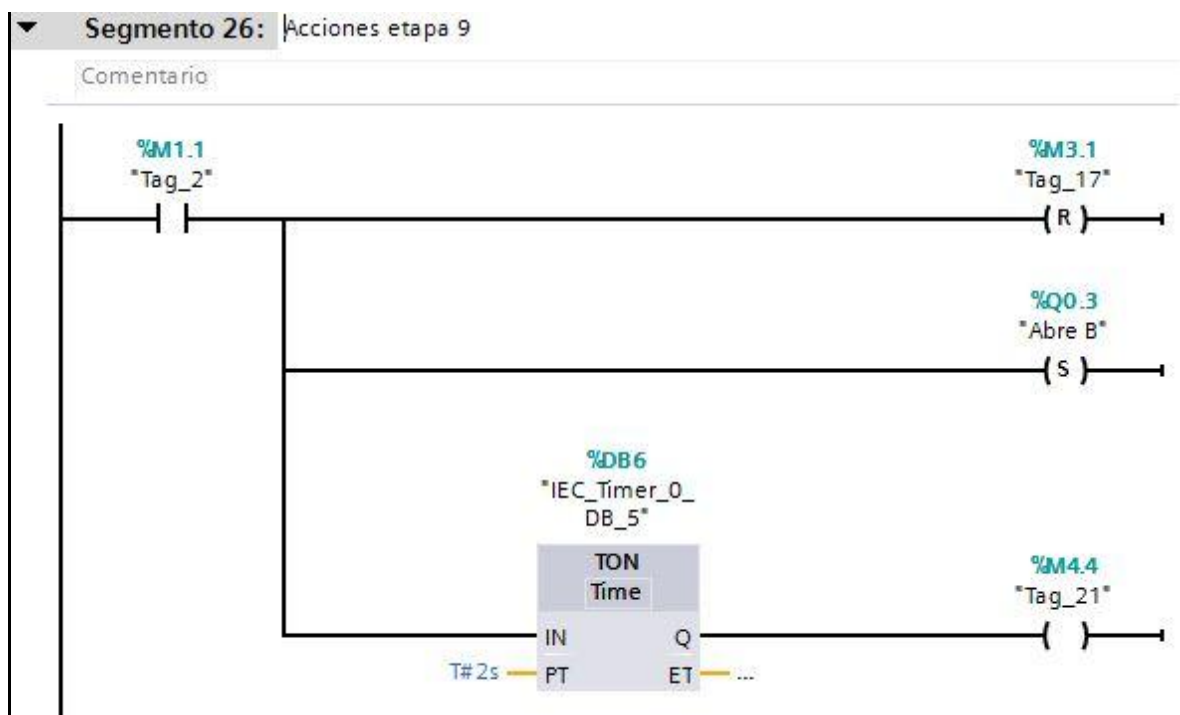


Imagen 52. Segmento 26 programa

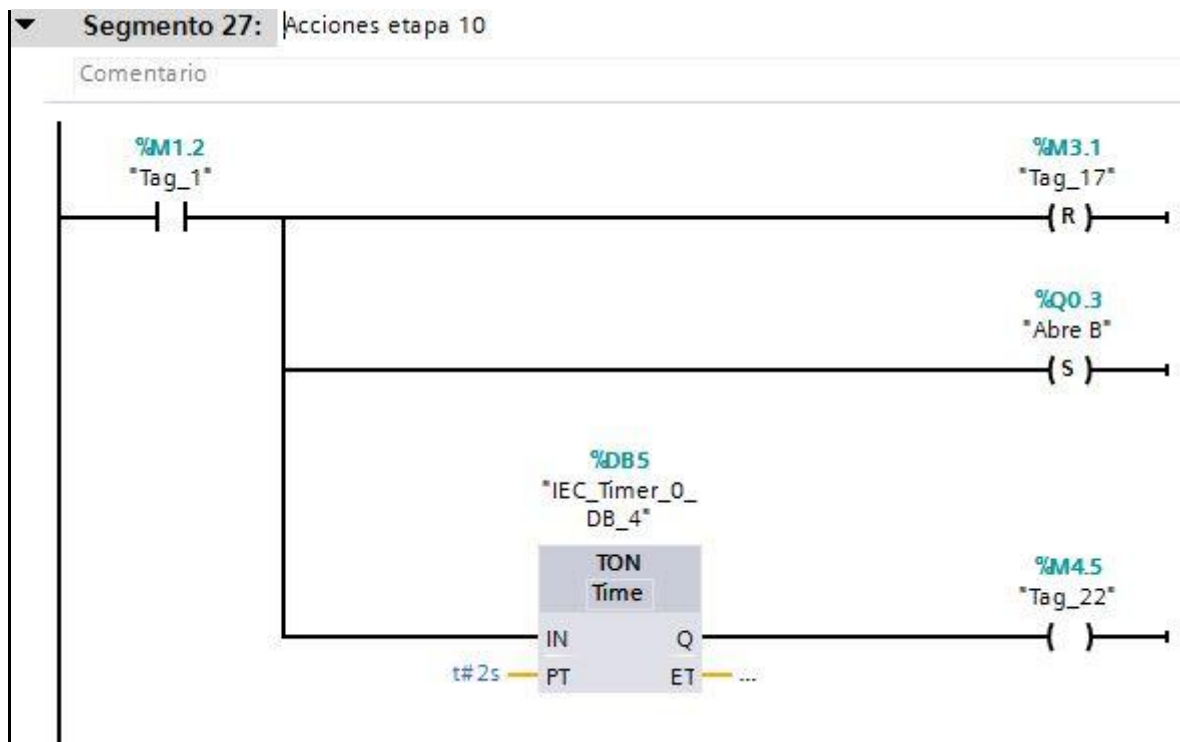


Imagen 53. Segmento 27 programa

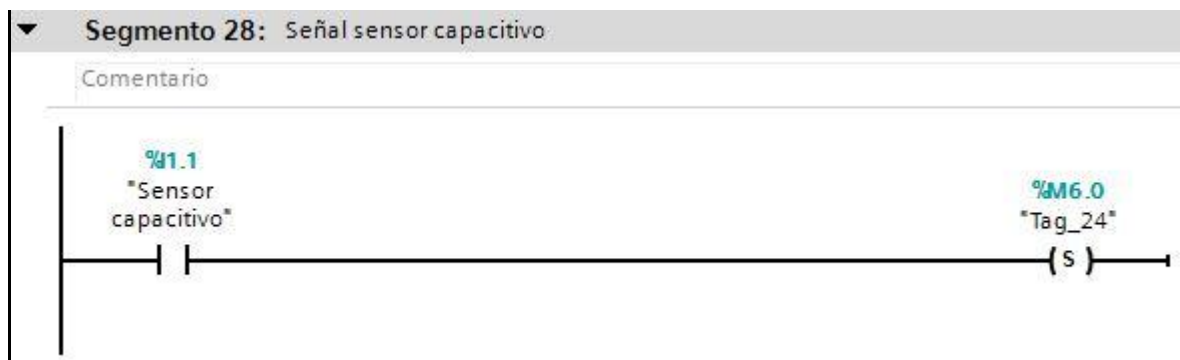


Imagen 54. Segmento 28 programa

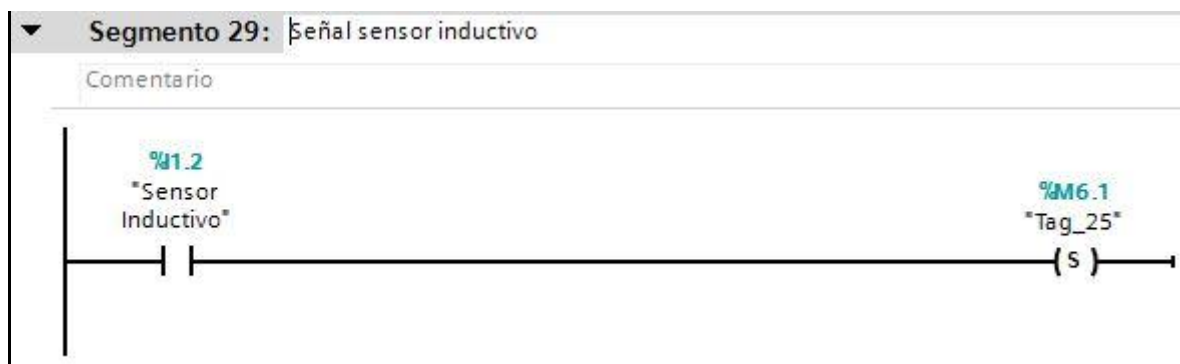


Imagen 55. Segmento 29 programa

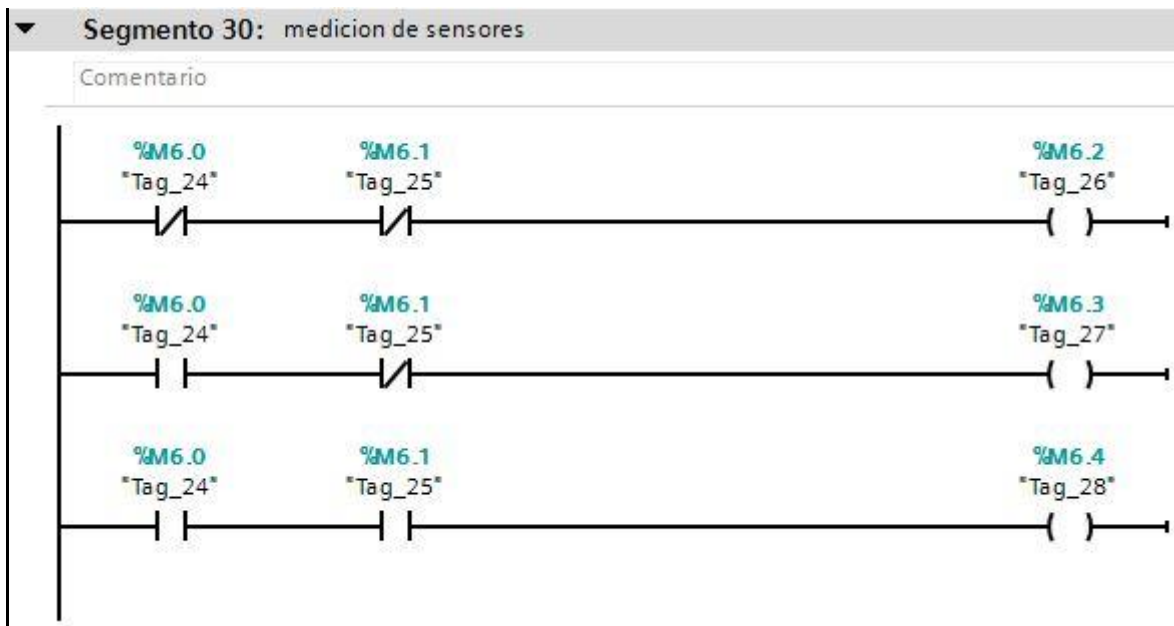


Imagen 56. Segmento 30 programa

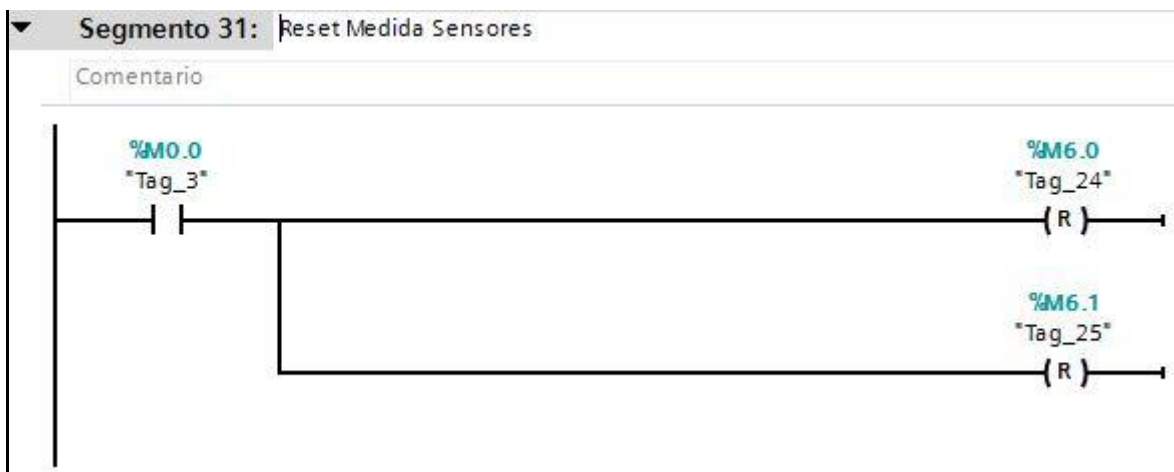


Imagen 57. Segmento 31 programa

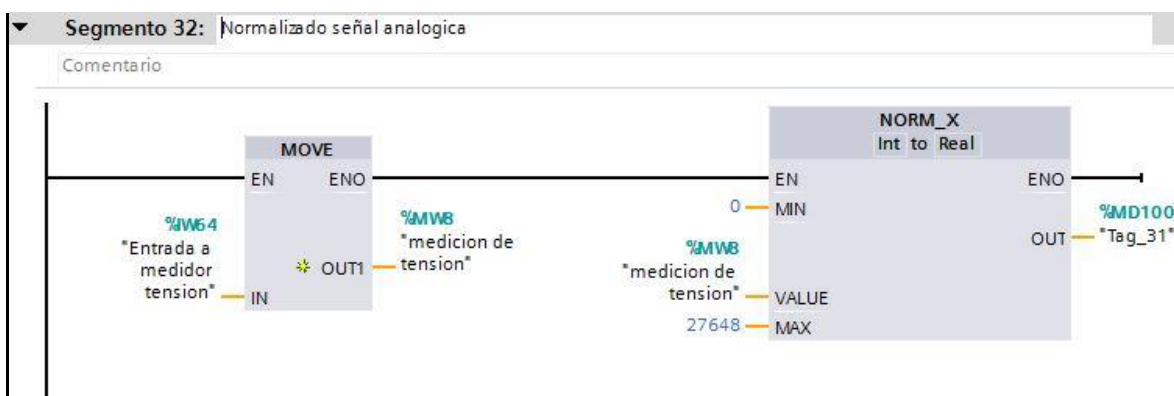


Imagen 58. Segmento 32 programa

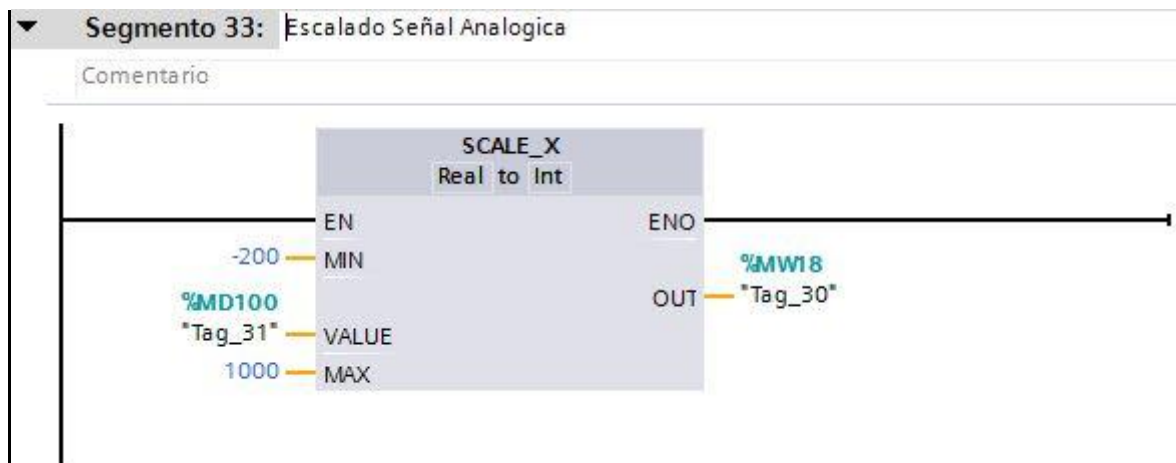


Imagen 59. Segmento 33 programa

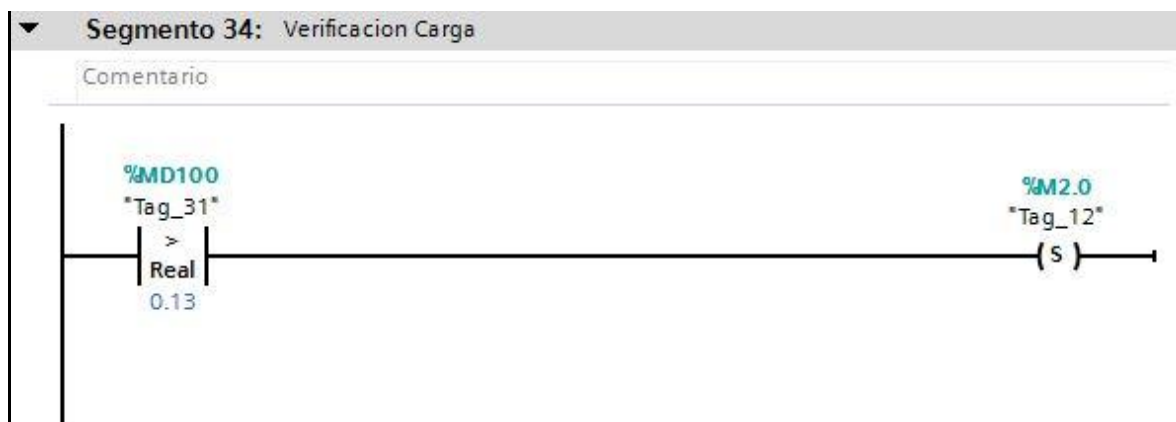


Imagen 60. Segmento 34 programa

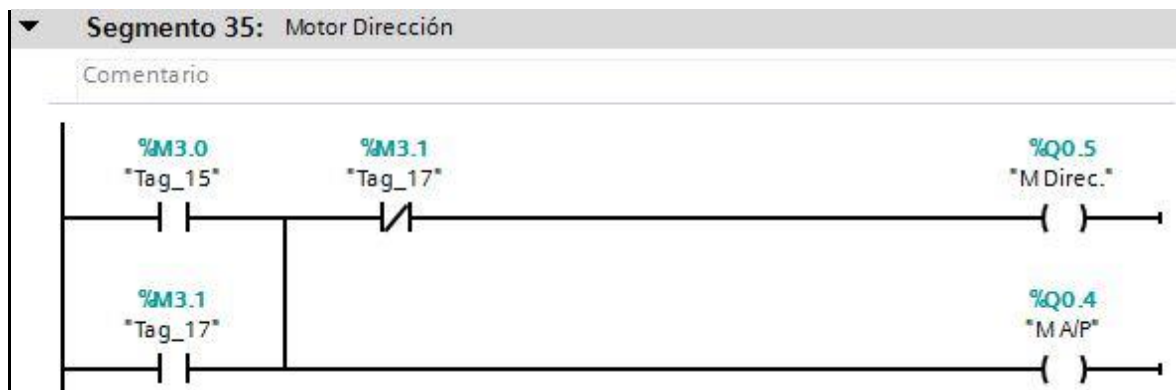


Imagen 61. Segmento 35 programa

4.11. Transferencia del programa al autómat

Para cargar el programa en el autómat se decidió realizarla a través de red, puesto que, es más cómodo y no es necesario disponer de un ordenador cerca del autómat. La transferencia de dicho programa se realiza siguiendo las indicaciones del Tia Portal.

5. DISCUSIÓN

Para la automatización de la máquina (Modul EL), empleada para la verificación de pilas eléctricas, podríamos haber empleado varios métodos de automatización.

En nuestro caso, nos decantamos por el método de Grafcet pues, consideramos que era el método más adecuado, puesto que, es un método mucho más intuitivo y eficaz para la automatización de procesos secuenciales que el resto de métodos.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión del presente trabajo fin de grado podemos decir que se ha conseguido la correcta y rápida verificación de pilas eléctricas gracias a la automatización de la máquina (Modul EL).

Aunque con esta máquina, actualmente, sólo se puede verificar un tipo de pila, con unos simples ajustes, como el cambio de las pinzas para que puedan coger pilas de menor o mayor tamaño, se pueden verificar otros tipos de pilas sin necesidad de reprogramar dicha máquina. Además, con una sencilla modificación, como el cambio del valor de referencia introducido en el autómata, se pueden verificar pilas de tensiones distintas.

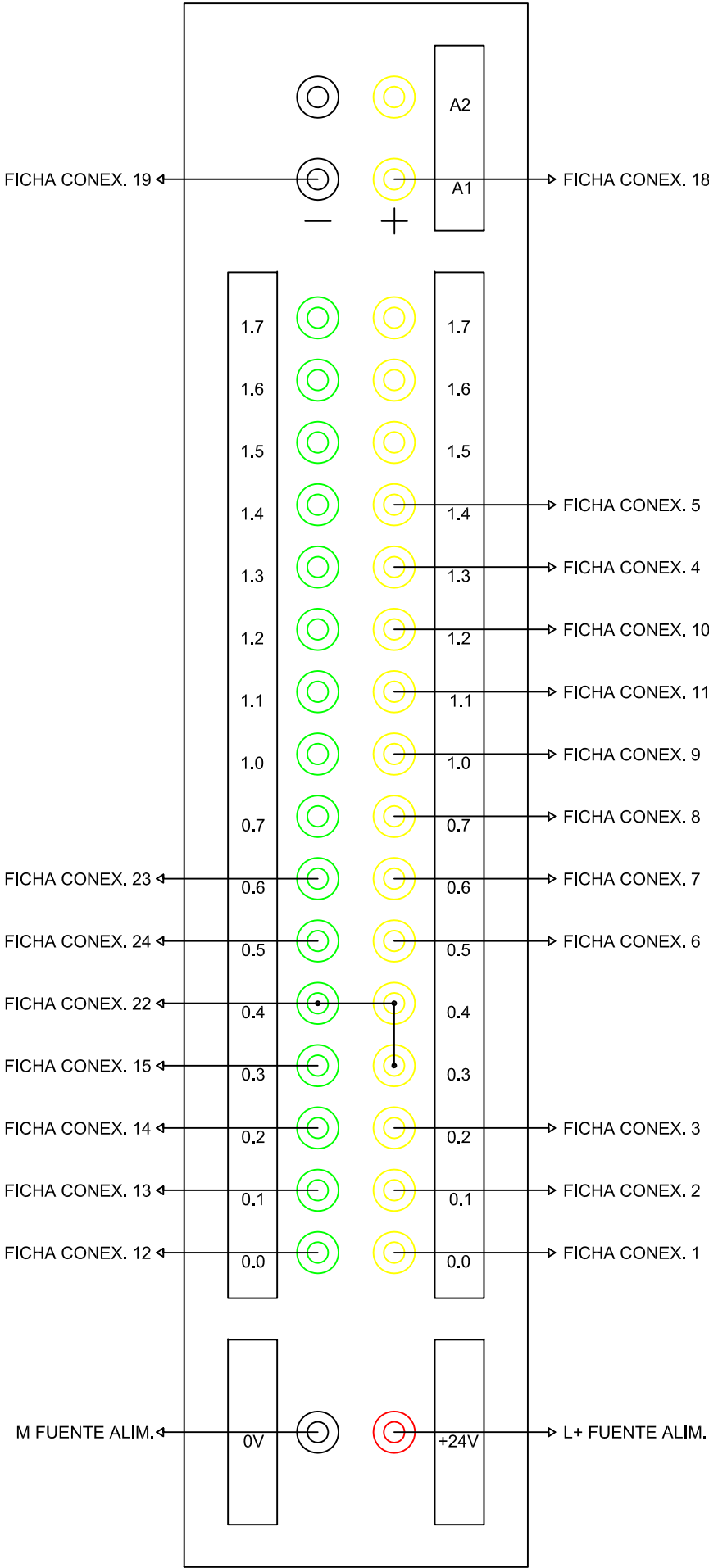
En la actualidad, la mayoría de pilas que son desechadas y no van a volver a tener un nuevo uso, aún tienen carga y gracias a esta verificación, podríamos reutilizarlas en otros aparatos cuyas necesidades de tensión para su correcto funcionamiento son menores.

Otro punto a favor de la verificación y reutilización de pilas que nos aporta la automatización de esta máquina es que contribuimos a la sostenibilidad del medio ambiente, puesto que, conseguimos una menor contaminación de éste al no tener que fabricar más pilas de las necesarias, así como, no producir tantos desechos de este tipo.

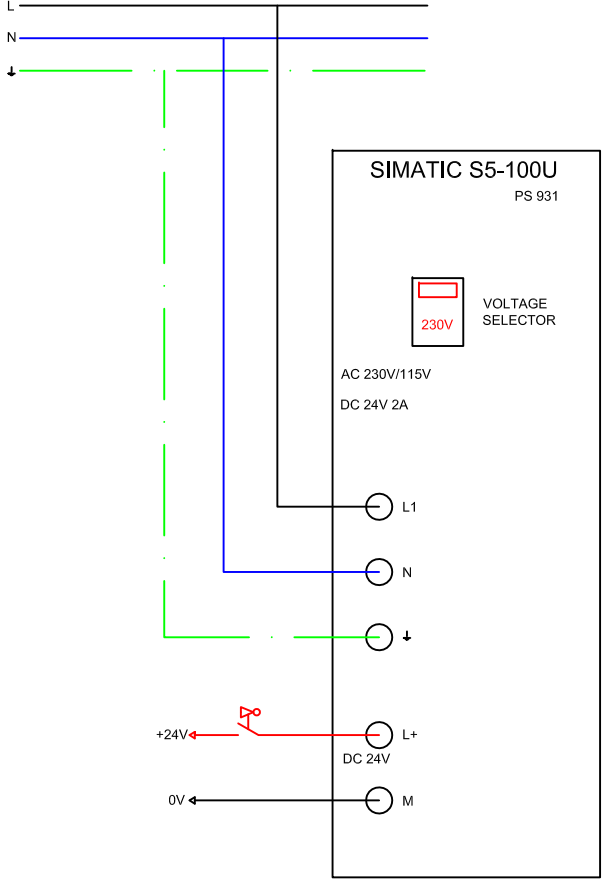
Además, podemos pensar que gracias a este tipo de máquina, se podría conseguir abrir una nueva línea de mercado ampliando la venta de pilas con pilas recicladas, puesto que, las empresas que se dedican a la recolección de los contenedores de pilas desechadas podrían volver a poner en el mercado este tipo de pilas recicladas a precios muy económicos para aquellos aparatos que necesiten muy poca tensión.

7. PLANOS

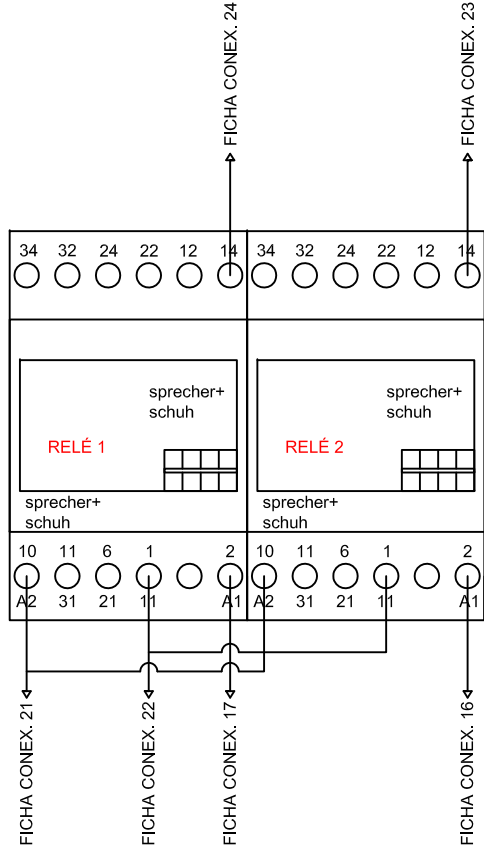
CONEXIONADO PLACA MÁQUINA



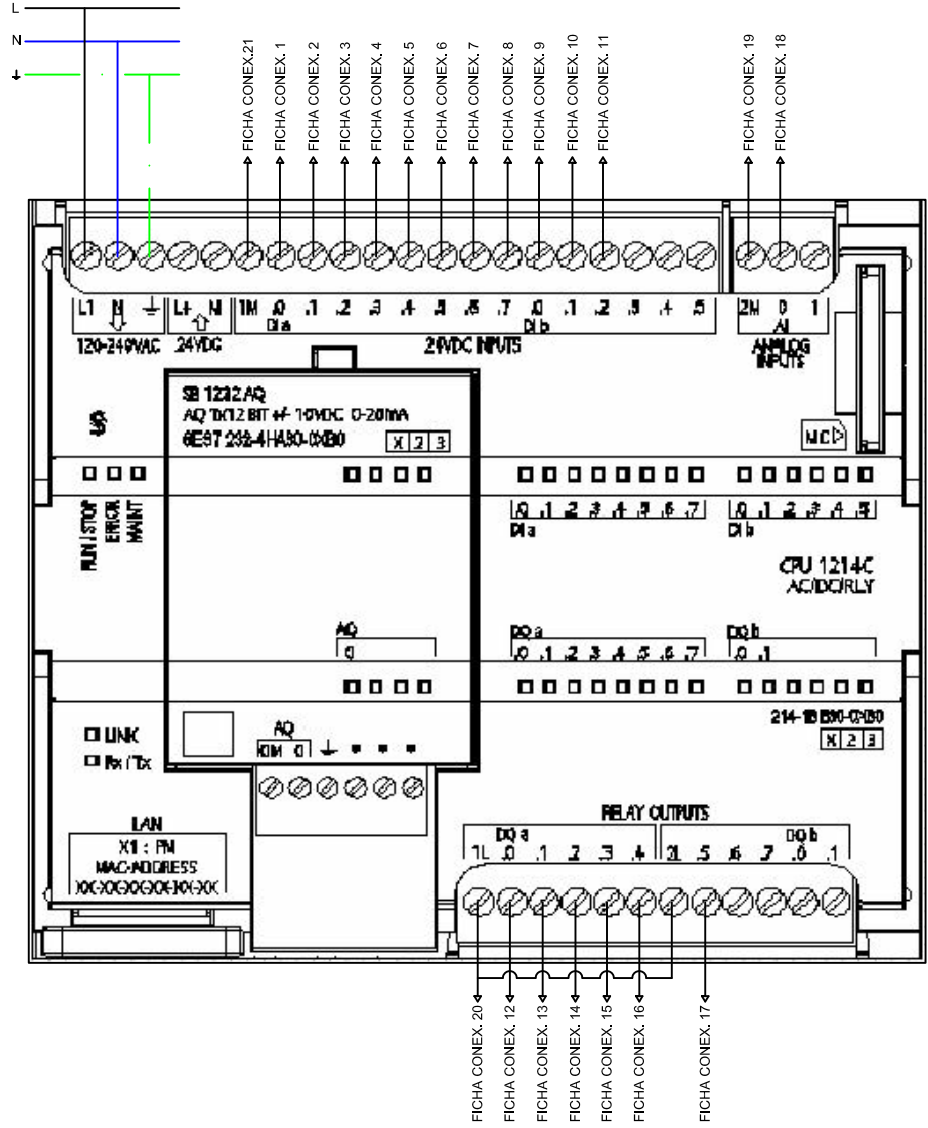
CONEXIONADO FUENTE ALIMENTACIÓN



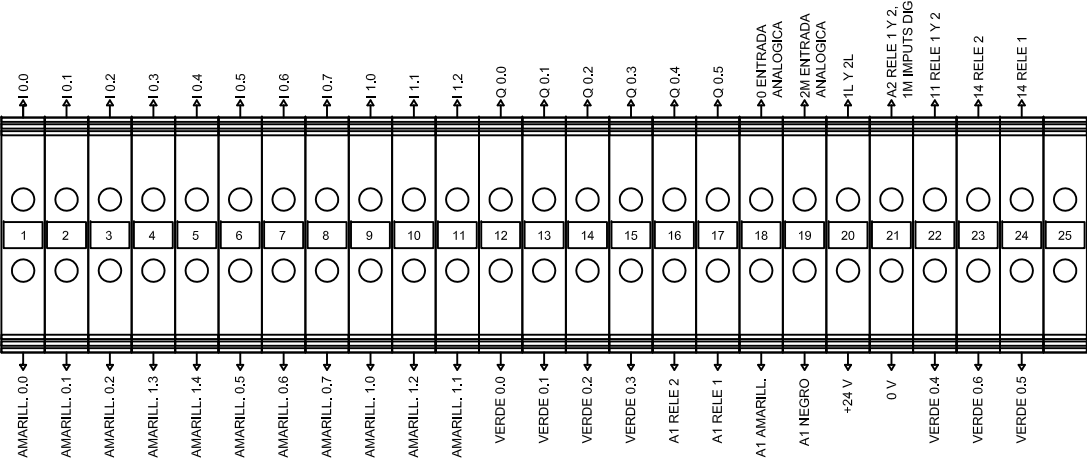
CONEXIONADO RELÉS



CONEXIONADO AUTÓMATA



CONEXIONADO FICHAS CONEXIÓN



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	18/08/17	Manuel Correro		
COMPROB.				
ESCALA:	AUTOM. DE PROCESO DE VERIFICACIÓN DE PILAS ELÉC. CONEXIONADO ELECTRICO			Nº PLANO 1/1
S/E				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HIGUERA, Andrés García. *El control automático en la industria*. Univ. de Castilla La Mancha, 2005. Página 145-147

MORENO, Emilio García. Automatización de procesos industriales. *A. omega, Ed. Alfa omega*, 2011. Página 27.

TORRES, Fernando; BRAVO, Jara; ALBERTO, Carlos. Autómatas programables I. *Automatización*, 2011. Página 23